

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE LA
FÍSICA”**

TEMA:

**ESTUDIO DEL IMPACTO DEL APRENDIZAJE BASADO EN
FENÓMENOS PARA MEJORAR LA CONCEPTUALIZACIÓN Y
PRÁCTICA SOBRE CALORIMETRÍA EN ESTUDIANTES DE TERCERO
DE BACHILLERATO GENERAL UNIFICADO**

AUTOR:

KATHERINE VANESSA NUGRA LOJA

Guayaquil - Ecuador

2024

RESUMEN

En este proyecto de titulación se llevó a cabo un exhaustivo estudio del impacto que puede generar la aplicación del método de enseñanza Aprendizaje Basado en Fenómenos en las aulas de clase en la materia de física en estudiantes de tercero de bachillerato general unificado. El objetivo principal fue explorar cómo la implementación del enfoque educativo centrado en fenómenos podía influir de manera significativa en la conceptualización y la aplicación de conceptos en la resolución de ejercicios relacionados con la calorimetría en estudiantes de tercer año de bachillerato. El estudio se estructuró en torno a la aplicación del modelo pedagógico tradicional en un grupo control y la aplicación del método de enseñanza aprendizaje basado en fenómenos (clases diseñadas específicamente para abordar los desafíos conceptuales y prácticos asociados con la calorimetría) en un grupo experimental. Se ejecutó intervenciones pedagógicas, evaluaciones y análisis comparativos para medir el impacto de estas metodologías en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados obtenidos revelaron mejoras significativas en la conceptualización y aplicación de conceptos para la resolución de problemas en la calorimetría en el grupo experimental. Este estudio contribuye al campo de la educación al destacar la eficacia del aprendizaje basado en fenómenos como una herramienta pedagógica valiosa para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos científicos específicos para resolver problemas, en este caso, relacionados con la calorimetría. Los hallazgos proporcionan información valiosa para educadores, formuladores de políticas educativas y aquellos interesados en el diseño de estrategias de enseñanza innovadoras y efectivas.

ABSTRACT

In this degree project, an exhaustive study was carried out on the impact that the application of the Phenomenon-Based Learning teaching method can generate in the classroom in the subject of physics in third year unified general high school students. The main objective was to explore how the implementation of the phenomena-centered educational approach could significantly influence the conceptualization and application of concepts in the resolution of exercises related to calorimetry in third year high school students. The study was structured around the application of the traditional pedagogical model in a control group and the application of the phenomena-based learning teaching method (classes specifically designed to address the conceptual and practical challenges associated with calorimetry) in an experimental group. Pedagogical interventions, evaluations and comparative analyses were carried out to measure the impact of these methodologies on the students' learning process. The results obtained revealed significant improvements in the conceptualization and application of concepts for problem solving in calorimetry in the experimental group. This study contributes to the field of education by highlighting the effectiveness of phenomenon-based learning as a valuable pedagogical tool to improve the understanding and application of specific scientific concepts to solve problems, in this case, related to calorimetry. The findings provide valuable information for educators, educational policy makers, and those interested in designing innovative and effective teaching strategies.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis amados padres Ángel, de forma especial a mi madre querida Raquel, quien ha sido mi fuente inagotable de apoyo, inspiración y sacrificio a lo largo de esta travesía académica. Su dedicación y amor incondicional ha sido la luz que me ha guiado en cada paso de mi formación.

A mi querido hermano, compañero de aventuras y confidente, agradezco su aliento constante y su presencia solidaria durante este desafío académico.

A mi abuelita Conchita, que a pesar que no encuentre físicamente entre nosotros, su espíritu amoroso y sabio ha dejado una huella imborrable en mi corazón. Este logro es también un tributo a la inspiración que ella siempre representó.

A mi abuelito Manuel y abuelita Auxiliadora, agradezco su sabiduría, amor y paciencia. Su apoyo continuo ha sido un faro que me ha guiado en momentos de dificultad.

Este logro no solo es mío, sino de todos ustedes. Gracias por ser mi red de apoyo, mi fuente de fortaleza y mi constante motivación. Este trabajo está dedicado a cada uno de ustedes, con todo mi amor y gratitud.

AGRADECIMIENTO

En la culminación de este proyecto académico, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a aquellos que han sido pilares fundamentales en esta travesía.

A mis queridos padres, su apoyo incondicional y sacrificio han sido el cimiento sobre el cual he construido este logro. Su dedicación y amor han sido la fuerza impulsora que me ha llevado a alcanzar este hito académico.

A mi hermano, mi confidente y compañero de vida, agradezco tu constante aliento y comprensión. Tu presencia ha sido un bálsamo en momentos desafiantes.

A mi abuelita Conchita, que desde el cielo me cuida, agradezco el apoyo y enseñanzas que me dejó y perduran en mi corazón. Este trabajo lleva consigo su legado de sabiduría y amor.

A mi abuelito Manuel, por continuo respaldo, cariño y consejos sabios.

A mis compañeros de maestría, quienes compartieron conmigo risas, desafíos y aprendizajes, gracias por formar parte de este viaje.

A mi tutor de tesis, cuya orientación experta y paciencia infinita fueron cruciales para la culminación de este trabajo.

A mi familia y seres queridos, agradezco por el apoyo constante, las palabras de aliento y la comprensión en momentos en que las exigencias académicas parecían abrumadoras.

Este trabajo está impregnado con la gratitud que siento hacia cada uno de ustedes.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Titulación, me corresponde exclusivamente y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría. El patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Katherine Nugra', written over a horizontal line.

Katherine Vanessa Nugra Loja

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



ARTURO PAZMIÑO VÉLEZ, Ph.D.
DIRECTOR



PETER IZA TOAPANTA, Ph.D.
EVALUADOR



ESTHER GUTIÉRREZ MORENO, Ph.D.
PRESIDENTE

ABREVIATURAS O SIGLAS

ABF: Aprendizaje basado en fenómenos

BGU: Bachillerato general unificado

TIC: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Descripción del problema.....	4
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Hipótesis.....	6
Alcance.....	6
Capítulo 2.....	7
Marco teórico.....	7
Fundamentos del aprendizaje basado en fenómenos.....	7
Constructivismo y ABF.....	7
Contextualización del aprendizaje.....	8
La interdisciplinariedad en el aprendizaje basado en fenómenos.....	9
Roles del aprendizaje basado en fenómenos en el aula.....	10
Roles del docente.....	10
Rol del estudiante.....	11
Beneficios del aprendizaje basado en fenómenos en física.....	12
Calorimetría.....	13
Calor.....	13
Transferencia de calor por conducción.....	14

Transferencia de calor por convección.....	14
Convección natural.....	15
Convección forzada.....	15
Transferencia de calor por radiación.....	15
Temperatura.....	16
Calor específico.....	16
Calor latente.....	17
Calor latente de fusión (L).....	17
Calor latente de vaporización (Lv).....	17
Capítulo 3.....	18
Metodología.....	18
Diseño de la investigación.....	18
Muestra.....	18
Técnicas y herramientas de recolección de datos.....	19
Técnicas y herramientas de procesamiento de datos.....	20
Capítulo 4.....	21
Resultados.....	21
Análisis de resultados.....	24
Análisis de resultados del posttest y resolución de problemas.....	26
Análisis de resultados por pregunta.....	30
Análisis de preguntas con mayor ganancia.....	30
Análisis de preguntas con menor ganancia.....	33
Capítulo 5.....	36
Conclusiones y recomendaciones.....	36

Conclusiones.....	36
Recomendaciones.....	37
Diseño de fenómeno relevantes.....	37
Integración curricular coherente.....	37
Participación activa y colaboración.....	37
Evaluación formativa continua.....	37
Investigación continua.....	37
Incorporación de las TIC.....	38
Referencias.....	
Apéndices y anexos.....	

LISTADO DE FIGURAS

Gráfica 4.1 Promedio del pretest y postest para los grupos de control y experimental.....	23
Gráfica 4.2 Promedio de la evaluación de problemas para los grupos de control y experimental.....	24

LISTADO DE TABLAS

Tabla 4.1. Resultados individuales del pretest y postest, sobre 26 puntos.	21
Tabla 4.2 Resultados de la prueba de resolución de problemas.	23
Tabla 4.3 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk del pretest para los grupos control y experimental.	25
Tabla 4.4 Prueba estadística de Levene para el pretest.....	25
Tabla 4.5 Resultados del t-test de dos muestras asumiendo varianzas iguales del pretest.	26
Tabla 4.6 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk del postest para los grupos control y experimental.	27
Tabla 4.7 Prueba estadística de Levene para el postest.	27
Tabla 4.8 Resultados del t-test de dos muestras asumiendo varianzas desiguales del postest.....	28
Tabla 4.9 Resultados del tamaño del efecto del estadístico d de Cohen para el postest.	28
Tabla 4.10 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk de la evaluación de problemas.	29
Tabla 4.11 Prueba estadística de Levene para la evaluación de problemas.	29
Tabla 4.12 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 1, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	31
Tabla 4.13 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 7, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	31
Tabla 4.14 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 18, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	32
Tabla 4.15 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 20, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	33
Tabla 4.16 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 2, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	34
Tabla 4.17 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 5, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	34

Tabla 4.18 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 8, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.....	35
--	----

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo contemporáneo, la búsqueda constante de métodos pedagógicos innovadores y efectivos ha llevado a la exploración de enfoques que no solo transmitan conocimientos, sino que también fomenten una comprensión profunda y aplicada de los conceptos científicos. En este contexto, el presente trabajo de titulación se sumerge en el estudio del impacto que genera la aplicación del método de enseñanza aprendizaje basado en fenómenos en la conceptualización y desarrollo de ejercicios sobre calorimetría en estudiantes de tercero de bachillerato general unificado.

La calorimetría, como rama de la física que estudia las transferencias de calor entre los sistemas y su entorno, se presenta como un área fundamental para la comprensión de fenómenos térmicos en diversos contextos. Sin embargo, la enseñanza tradicional de esta disciplina a menudo enfrenta desafíos en términos de captar la atención de los estudiantes, conectar la teoría con situaciones de la vida real y lograr una internalización duradera de los conceptos abordados.

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Fenómenos (ABF) emerge como un enfoque pedagógico que busca superar las limitaciones de la enseñanza tradicional al involucrar a los estudiantes en situaciones del mundo real, donde los fenómenos naturales se convierten en catalizadores para el aprendizaje significativo. El presente estudio se enfoca en la aplicación de este método de enseñanza específicamente diseñada para mejorar la conceptualización y práctica de la calorimetría en estudiantes de tercero de bachillerato general unificado.

A lo largo de esta investigación, se explorarán las diversas dimensiones del ABF, evaluando su impacto en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, así como su capacidad para fomentar una comprensión más profunda y aplicada de los principios calorimétricos.

En última instancia, este trabajo aspira a contribuir al campo de la educación científica al proporcionar perspectivas valiosas sobre la eficacia del ABF en la enseñanza de la calorimetría, con el objetivo de inspirar prácticas pedagógicas más dinámicas y contextualizadas, capaces de cultivar en los estudiantes una apreciación más profunda y duradera de la ciencia.

1.1. Antecedentes

El proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo de la física sugiere ser más efectivo cuando el método de enseñanza de aprendizaje se basa en fenómenos de la naturaleza (Garrido, 2018). Este método de aprendizaje permite que los estudiantes desarrollen su pensamiento crítico basados en ejemplos de la vida cotidiana/realidad, sobre los diferentes conceptos de la física.

De acuerdo con el párrafo anterior, el presente estudio surge para innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el tema de calorimetría, en los estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado (BGU) de forma presencial, implementando el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos, con el fin de lograr una mejor retención de conceptos acerca del tema, después de que los estudiantes hayan observado y analizado los fenómenos que ocurren en la naturaleza relacionados a la calorimetría.

Si el docente solo usa un proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la lectura, el tema de calorimetría en física es amplio y confuso al momento de comprender los diferentes conceptos y aplicaciones en la vida real. Según Villamar (2020) estudiar la asignatura de física en el nivel de bachillerato suele ser complicado para los estudiantes, no solo porque necesitan tener un dominio de los conceptos básicos de física, sino que también de matemáticas.

Los estudiantes que reciben la asignatura de física en el bachillerato presentan varias dificultades en la comprensión de los conceptos y aplicaciones de diferentes fenómenos físicos, pues los jóvenes tienen ciertas dificultades para visualizar de forma clara los fenómenos físicos en la vida cotidiana. La consecuencia de esta falta de visualización, según menciona Bazantes (2021), es que los estudiantes no sean capaces de relacionar los contenidos de la física con la realidad, de manera que perciben la asignatura como un conjunto de conceptos sin aplicación ni utilidad práctica y esto provoca que los estudiantes tengan una falta de interés en el estudio de la física.

La propuesta para mejorar esta situación de falta de interés, por parte de los estudiantes hacia la física, es implementar el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos (ABF), puesto que según Parra (2018), este método de enseñanza, que se introdujo por primera vez en Finlandia aproximadamente en el año 2014, busca promover en los estudiantes la creatividad, imaginación, y uso de diversos recursos en situaciones

que se presentan en la vida real. Mediante la aplicación de este método se trata de explorar diferentes fenómenos de la vida cotidiana en donde se aplique la calorimetría. Los docentes juegan un papel importante dentro del método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos, pues deja a un lado su rol protagónico y autoritario, y pasa a ser un mediador y guía para los estudiantes, quienes, a su vez, también desarrollan un papel fundamental en este método, debido a que deben estar activos generando preguntas, reflexionando y teniendo una postura crítica frente a lo que se está realizando.

Para Guzmán (2014), como se citó en Vilchis et al. (2021), el aprendizaje basado en fenómenos, o también conocido como Phenomenon - Based Learning, “es una iniciativa pedagógica que permite enfocar el aprendizaje de una manera multidisciplinaria”, y tiene como estrategia principal que el estudiante haga frente a los fenómenos que se encuentran en la realidad, y relacionarlos con los distintos conceptos físicos, a través de la realización de proyectos e investigaciones, cumpliendo de esta manera un proceso de enseñanza-aprendizaje significativo tanto para docentes como para estudiantes. En la actualidad en las instituciones educativas se promueven diversos métodos de enseñanza-aprendizaje, los cuales deberían generar oportunidades de desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes, ya que la educación debe dejar de ser una reproducción mecánica de conceptos. El aprendizaje basado en fenómenos es uno de estos métodos activos, en donde el estudiante deja a un lado su rol de oyente y receptor de información (pasivo) y se convierte en un estudiante participativo, generador de ideas y reflexivo (activo), pues desde el inicio de la clase se forman interrogantes, ideas, debates, discusiones, etc. Según Vilchis et al. (2021), este método de aprendizaje permite que los estudiantes se capaciten a profundidad día a día, gracias a que realizan la construcción de los proyectos que más tarde son compartidos con sus compañeros de clase.

Por su parte, Camacho y Camargo (2019) reportan que el aprendizaje basado en fenómenos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales (como la física) permite que el estudiante fortalezca su proceso constructivista de aprendizaje, para ser capaz de formar su propio criterio y explicaciones acerca de los fenómenos científicos que se dan en la vida cotidiana. Además de que este método de enseñanza también ayuda a los estudiantes a desarrollar competencias esenciales para su vida, como el pensamiento y opinión crítica, la observación y análisis, entre otras.

1.2. Descripción del problema

Una de las asignaturas más complejas de estudiar y lograr un aprendizaje significativo para los estudiantes del bachillerato general unificado es la Física, según Chicaiza (2018), las dificultades que manifiestan los alumnos al momento de analizar los enunciados de problemas de física son: la identificación, comprensión y traducción al lenguaje matemático de los datos relevantes y la contextualización de los conceptos físicos.

Por medio del análisis de una ficha de observación, Chicaiza (2018) obtuvo que el 60% de estudiantes con frecuencia no están capacitados para asimilar las experiencias, conocimientos y técnicas aprendidas a nuevas situaciones y problemas que se presentan en el proceso de aprendizaje, el 53% de los estudiantes siempre requieren que se les repita los diferentes temas de física, mientras que al 6% de estudiantes se evidenció que rara vez necesitan que le repitan los temas de clases, el 56% de los estudiantes siempre manifiestan dificultades significativas en la comprensión de la lectura, el 69% de los estudiantes evidencian que nunca utilizan adecuadamente los materiales para resolver problemas o entender conceptos, por lo cual, se les complica comprender los contenidos de física, lo que repercute en su rendimiento académico, el 73% de los estudiantes refleja la importancia de la implementación del material didáctico en su formación ya que permite tener una mayor claridad del tema de estudio, y además facilita a su comprensión.

La presente indagación parte del hecho que en la actualidad existen diversos métodos de enseñanza-aprendizaje para poder aplicar dentro del aula, en especial en materias que para los estudiantes resulta complejo lograr comprender conceptos de forma inmediata, o sólo con una explicación.

Según menciona Busquets et al. (2016) una enseñanza más adecuada y eficaz en las ciencias naturales se podría lograr con la aplicación dentro de las aulas del aprendizaje experimental basado en fenómenos. Este método de aprendizaje permite que los estudiantes desarrollen su pensamiento crítico basados en ejemplos de la vida cotidiana, sobre los diferentes conceptos de la física.

Este estudio nace a partir de reconocer la necesidad de implementar el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos, a fin de mejorar el proceso de

enseñanza-aprendizaje sobre la calorimetría, para que de esta manera los estudiantes desarrollen sus habilidades de pensamiento crítico y reflexivo, siendo capaces de contextualizar de forma rápida los conceptos de la física asociados con la transferencia de calor entre los sistemas y el ambiente, mediante el uso de ejemplos que suceden en la vida cotidiana.

La motivación para desarrollar el estudio es implementar un método de aprendizaje basado en el constructivismo y el aprendizaje autónomo, en donde los estudiantes puedan formar conceptos a partir de fenómenos reales observados en el laboratorio o en la naturaleza. De esta manera se pretende que el estudiante descubra sus habilidades al momento de establecer sus criterios frente a una situación real que involucre la calorimetría, y además de brindar a los docentes otro método que facilite a los estudiantes la comprensión de temas en el área de ciencias.

Se pretende analizar las consecuencias de aplicar el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos en el aprendizaje de conceptos de calorimetría en los estudiantes de tercero de bachillerato. Los motivos para realizar este trabajo tienen que ver con la complejidad y la problemática que representa para muchos estudiantes llegar a comprender el tema mencionado anteriormente. Conociendo adicionalmente las dificultades que manifiestan los alumnos al momento de analizar los enunciados de los problemas de Física, como la identificación, comprensión y escritura al lenguaje matemático de los datos relevantes y la contextualización de los conceptos físicos. Mediante la aplicación de este método se trata de explorar diferentes fenómenos de la vida cotidiana en donde se aplique la calorimetría.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

Innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre calorimetría, en la asignatura de Física, a través del método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos para el logro de la construcción de conceptos aplicados a la realidad, mejorando el desempeño de los estudiantes de tercero de bachillerato en este tema.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Diagnosticar cuáles son los conocimientos previos reales de los estudiantes en la calorimetría.
- Aplicar el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos en calorimetría con ejercicios que conecten el tema con la realidad.
- Evaluar el aprendizaje conceptual y práctico alcanzado por los estudiantes de tercero de bachillerato en calorimetría.
- Analizar las ventajas o desventajas del aprendizaje basado en fenómenos en el tema de calorimetría.

1.4. Hipótesis

Hipótesis 1:

La implementación del aprendizaje basado en fenómenos demuestra una mejora en el aprendizaje conceptual de la calorimetría, en la asignatura de física, dirigido a estudiantes de tercero de bachillerato general unificado.

Hipótesis 2:

La implementación del aprendizaje basado en fenómenos demuestra una mejora significativa en el aprendizaje práctico y habilidades tanto matemáticas como físicas para resolver ejercicios de la calorimetría, en la asignatura de Física, dirigido a estudiantes de tercer año de bachillerato general unificado.

1.5. Alcance

El presente estudio está dirigido a tercero de bachillerato general unificado de una unidad educativa particular en un sector rural de la provincia del Azuay, cantón Cuenca. La institución trabaja en una sola jornada, la matutina y alberga 931 estudiantes entre hombres y mujeres con edades que oscilan entre los 4 y 17 años.

Para realizar el estudio se ha tomado una muestra de 43 estudiantes de tercero de Bachillerato General Unificado entre el paralelo "B" y "C".

La unidad de termodinámica es un tema muy extenso, por lo cual, para analizar el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos se ha tomado un subtema en específico, la calorimetría, el mismo que es muy práctico para el estudio con el método de aprendizaje mencionado anteriormente. La calorimetría es dictada en ocho horas clases, repartidas en clases de una hora.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

El aprendizaje basado en fenómenos (ABF) es un método de enseñanza mediante el cual los docentes tienen como estrategia pedagógica enseñar los contenidos de la materia a los estudiantes a través del estudio de fenómenos reales según menciona Phenomenal Education (2019), para entender y comprender conceptos científicos. Vilchis et al. (2021) en su artículo señalan que en el ABF el estudiante desarrolla la capacidad para entender sucesos complejos de la actualidad desde un punto de vista más ordenado y contextualizado a su suceso de la cotidianidad. En el contexto de la física, este método de enseñanza se ha vuelto cada vez más notable para fomentar un aprendizaje más significativo y perdurable. Este marco teórico explora los fundamentos del ABF en la enseñanza de la física, destacando su importancia, principios clave y beneficios educativos, además de los conceptos básicos de la parte de la física a la cual se va a aplicar este método de enseñanza.

2.1. Fundamentos del Aprendizaje Basado en Fenómenos

2.1.1. Constructivismo y ABF

Según explica Santander (2022), el constructivismo es una corriente educativa que, a diferencia de la educación tradicional, busca que sea el estudiante capaz de construir su propio conocimiento a través de enseñanzas previas, en donde el docente solo es un guía del aprendizaje, y el estudiante es el autor de su proceso de aprendizaje. El constructivismo muestra varias ventajas dentro de la educación, como la autonomía al momento de aprender, pues cada estudiante tiene un estilo único de aprendizaje y esta corriente educativa se adapta a cada uno de ellos. Los estudiantes pueden ser capaces de relacionar los conceptos de los cursos inferiores con lo que actualmente están aprendiendo, lo que provoca que se tenga un aprendizaje significativo de la materia.

El ABF, como menciona Medina (2020) en su artículo, es un método de enseñanza pedagógico en donde el estudiante deja de tener una participación pasiva en su proceso educativo de adquirir nuevos conocimientos y pasa a poseer un rol activo, pues el inicio

de su aprendizaje parte de preguntas e ideas que surgen de la observación o planteamiento de un fenómeno de la vida cotidiana, por parte del docente. El ABF destaca el trabajo cooperativo, para permitir a los estudiantes escuchar y debatir diferentes puntos de vista, siendo el docente al final quien los guía a la respuesta correcta.

Entonces, en este contexto se puede ver como el constructivismo y el ABF se encuentran estrechamente relacionados, principalmente en la idea que el estudiante sea el autor principal de la construcción de su conocimiento. Dewey (1916) y Huber (2008) mencionan que el contexto de orientación pedagógica del ABF se basa en principios constructivistas, donde los estudiantes construyen su propio conocimiento a través de la exploración y la experiencia directa de fenómenos reales. El ABF abarca distintos elementos del constructivismo, entre algunos de ellos: la capacidad de investigación, colaboración, creatividad, sensibilidad a la realidad, toma de decisiones, inteligencia emocional, aprendizaje activo y pensamiento crítico, pues como confirman Silander (2015) y Symeonidis & Schwarz (2016) el ABF incluye diferentes componentes del aprendizaje basado en problemas, aprendizaje progresivo y aprendizaje sociocultural, todos ellos fundamentados en el constructivismo. En definitiva, dentro del paradigma constructivista, el método de enseñanza pedagógico ABF permite que el estudiante sea capaz de formar sus propios conceptos e ideas basados en un acontecimiento de la cotidianidad, activando sus habilidades comunicativas, socioemocionales y socioculturales. (Valenzuela, 2021).

2.1.2. Contextualización del Aprendizaje

En el esquema del ABF no existen reglas estrictas, pues como indica Bohórquez (2016), este método de enseñanza busca promover la creatividad e imaginación de los estudiantes mediante el estudio de situaciones cotidianas que sean de interés para ellos. El proceso del ABF consiste en que los estudiantes dentro del salón de clases, o el lugar designado por el docente, observan, analizan y recopilan información sobre un suceso de la vida real relacionado con un tema en específico, según Silander (2015), analizar los fenómenos de la vida real, ayudan al estudiante a obtener un aprendizaje significativo, siempre y cuando estos fenómenos sean analizados de forma completa y sin limitaciones, promoviendo el pensamiento crítico, exploración e investigación en los estudiantes.

Todo este proceso viene dado por varias etapas, según menciona Reyes (2021), en la primera etapa, el docente y los estudiantes se enfocan en preparar el fenómeno, mediante evaluaciones diagnósticas, ya sean individuales o colectivas. La siguiente etapa consiste en analizar y relacionar el fenómeno con los conceptos del tema que se está revisando en clase, después con el acompañamiento y orientación del docente, los estudiantes son capaces de sintetizar la información nueva. Se debe tener en consideración que esta síntesis de nueva información es realizada, además de la guía del docente, con la ayuda de sus compañeros, es decir, de forma cooperativa (Garrido, 2018). Durante el proceso de investigación, el estudiante es orientado con preguntas por parte del docente, que ayudan a desarrollar su pensamiento crítico, interés hacia el tema, y despiertan la motivación a la investigación. En la última etapa, los estudiantes mediante una presentación, exponen la síntesis de la relación que tiene el fenómeno con el tema de la clase, y con otros temas, además de los que el docente solicitó (Reyes, 2021).

El ABF consiste en situar los conceptos físicos, o de diferentes áreas, en situaciones que suceden en la vida real, trata de contextualizar estos sucesos a los temas que el estudiante necesita aprender, esto permite que los estudiantes puedan observar la relevancia y aplicabilidad de los nuevos conocimientos que están adquiriendo. Como corrobora Valenzuela (2021), este aprendizaje inicia con el objetivo de estudiar y comprender cierta temática, continúa con la observación y análisis de algún fenómeno en donde se desarrolle el tema a estudiar, finalmente se investiga y se escribe conclusiones reales del fenómeno, es aquí en donde el estudiante se da cuenta y relaciona el tema con la realidad.

2.1.3. La interdisciplinariedad en el aprendizaje basado en fenómenos

Una gran ventaja del ABF, es la integración que se puede dar entre varias materias, pues el análisis de un fenómeno no necesariamente debe ser enfocado en un tema, porque se estaría limitando la habilidad investigativa de los estudiantes. Alonso (2019) confirma que el ABF es una innovación curricular que además de abarcar otros tipos de aprendizajes, descarta el aprendizaje individualizado por materias, debido a que el estudiar y analizar un fenómeno permite investigar y comprender más de un tema y materias en el mismo suceso, dando paso al aprendizaje inter y multidisciplinar. Se busca que los estudiantes tengan intervalos de un proceso pedagógico de aprendizaje sin ningún impedimento para adquirir conocimiento entre diferentes disciplinas en las que

decidan responder preguntas o cuestiones que sean de su interés, de manera que el aprendizaje de un tema se lo contextualiza.

Vilchis et al. (2021), apoyan la interdisciplinariedad del ABF, puesto que este método de enseñanza surge de un trabajo multidisciplinario, en donde se deja de lado la enseñanza tradicional por materias y se incorpora la enseñanza constructivista de varias materias a partir de la observación de un fenómeno. Los autores también mencionan que este método de enseñanza pedagógico es un proceso de construcción de información, a través de la observación de un suceso de la vida real, en donde surgen cuestionamientos relacionados a más de una materia, por lo tanto, el estudiante toma parte activa en construir su propio aprendizaje, realizando un análisis de forma cooperativa.

Sbarbati (2017) afirma que al momento de observar, analizar, estudiar e investigar un fenómeno, se debe dar prioridad a las inquietudes que los estudiantes tengan, a pesar que estas se salgan del tema principal a tratar, pues no se puede restringir la curiosidad y exploración de los estudiantes hacia el mundo real, es en este contexto que el autor señala, se rompe con la disciplinariedad y se cruza el límite entre materias, permitiendo la multidisciplinariedad que demanda el análisis del fenómeno. Para verificar esta información Valenzuela (2021) dice que el ABF se basa en el paradigma constructivista de la educación y su característica principal es la multidisciplinariedad que proporciona, es decir, los alumnos comprenden un tema de alguna materia desde una perspectiva global en lugar de un enfoque individualizado.

2.2. Roles del Aprendizaje Basado en Fenómenos en el aula

2.2.1. Roles del Docente

Para Reyes (2021), el docente debe cambiar su rol en el aula, pues al ser el protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje, impide la participación dinámica del estudiante, por lo tanto, el docente debe ser un guía, orientador, facilitador y mentor de las actividades que el estudiante realiza en clase.

El papel del docente no es solo llegar al aula de clase, impartir información, sentarse y observar que los estudiantes trabajen, el docente es un mediador entre el estudiante y el ambiente que lo rodea, pues debe estar dispuesto a acompañarle, motivarlo y ayudarlo a darse cuenta que es una persona con una gran capacidad para adquirir nuevos e innovadores conocimientos (Ivie, 1998; Novak, 2002; Kostianen, et al., 2018).

Para Medina (2020), el docente debe dejar el papel de la educación tradicional y convertirse en un apoyo para el estudiante, promoviendo el uso de materiales interactivos y didácticos, ya sean físicos o virtuales, los cuales ayudarán a que el estudiante construya su propio aprendizaje a través de la experimentación.

Una de las principales características del docente en el ABF, según menciona Reyes (2021), es la relación que tiene con el constructivismo y cómo el docente debe buscar que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo, con aptitudes de motivación y estimulando la creatividad e imaginación por medio del aprendizaje cooperativo.

El docente ayuda u orienta al estudiante mediante preguntas acerca del fenómeno de interés que se esté estudiando en ese momento de la clase, generando respuestas constructivistas, es decir, respuestas que priorizan las inquietudes de la vida cotidiana, con el propósito de desarrollar su habilidad de análisis sobre los sucesos de la realidad y como relacionarlo con el tema de clase (Sbarbati, 2017).

2.2.2. Rol del Estudiante

Alonso (2019) menciona que en el ABF el estudiante se convierte en un agente activo de la educación, pues tiene la oportunidad de estudiar desde su perspectiva, ser participe en la exposición de los contenidos que se desarrollen y además de ellos ser co-evaluadores del trabajo que sus compañeros realicen en el aula de clases, pues el trabajo dentro de este método de enseñanza se da de forma cooperativa, con el fin de que entre pares puedan apoyarse y comprender los temas de la materia.

Esta idea es respalda por Bohórquez (2016) quien menciona que el estudiante tiene un rol más activo, pues ellos proponen la forma en la que el tema de clase puede ser abordada, y el formato en el que se presentan la síntesis de esta nueva información adquirida por los estudiantes, ya sean por una presentación, ensayo, cuento, comic, video, dramatización o cualquier otro medio físico o digital el docente o los mismos estudiantes recomienden.

Reyes (2021) menciona que el estudiante en el ABF es el creador de su propio aprendizaje, investigador y generador de propuestas, por lo cual, los estudiantes se convierten en indagadores científicos activos y autor principal en la construcción de su propio aprendizaje. La aplicación de este método de enseñanza pedagógico provoca que los estudiantes se encuentren motivados a aprender, debido a que las actividades son

organizadas y orientadas a que el estudiante descubra nuevos conocimientos a partir de la observación y análisis de un suceso de la vida real (Mattila y Silander, 2015).

Los estudiantes adquieren ciertas habilidades en el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos, entre algunas de estas se encuentran: poder establecer metas, resolver problemas de forma independiente y cooperativa (es por eso que el trabajo cooperativo dentro del aula y que los estudiantes aprenda a desarrollarlo de forma efectiva es primordial), reflexionar sobre los aprendizajes, las experiencias, y emociones, es decir, poseer su propio pensamiento crítico, plantearse sus propias preguntas y constituir conocimientos de manera conjunta sobre su fenómeno de interés, en otras palabras, los estudiantes serán capaces de efectuar una búsqueda real, segura y eficiente (Reyes, 2021).

2.3. Beneficios del Aprendizaje Basado en Fenómenos en Física

El aprendizaje basado en fenómenos es un método idóneo para el estudio de la física, a causa de los varios ejemplos que podemos encontrar en la vida cotidiana, y no necesariamente deben ser fenómenos complicados del mundo, sino más bien, en juguetes o artefactos convencionales (Garrido, 2018). Al abordar estos sucesos de la vida cotidiana, los estudiantes se sienten motivados a aprender, pues su interés en la materia aumenta, y se despierta su curiosidad y el compromiso con su aprendizaje se va dando naturalmente.

El objetivo principal en el estudio de la física es que el estudiante se divierta mientras adquiere nueva información, y genere un aprendizaje significativo, pues va descubriendo por él mismo, el porqué de varios sucesos en su vida real, así lo mencionan (Melo y Hernández, 2014). El abordaje que este método de aprendizaje sustenta, permite que el estudiante logre un conocimiento profundo y aplicativo de la física a situaciones reales, sin embargo, para que suceda este aprendizaje significativo es importante que los ejemplos de fenómenos o sucesos de la vida real que se tomen sean o estén directamente relacionados y ajustados al currículo correspondiente de física (Garrido, 2018). De igual forma, el autor menciona que con este método los docentes pueden llegar a descubrir algunas confusiones de conceptos sencillos y básicos de física que los estudiantes suelen tener, pues como educadores se debe tener claro que los estudiantes no son capaces de comprender los conceptos y leyes de física por sí solos, necesitan

del apoyo, orientación e inspección de un docente que los guíe a llegar a la respuesta correcta.

Generalmente al momento de estudiar y enseñar física, se la intenta dividir en varias partes que en algunas situaciones parecen no tener ninguna relación entre ellas, no obstante, el ABF ayuda a que los temas no sean divididos, y más bien se estudien sin ninguna dificultad desde un punto de vista global, permitiendo la multidisciplinariedad (Garrido, 2018).

El ABF en la enseñanza de la física ofrece un enfoque educativo poderoso y efectivo. Al situar los conceptos físicos en contextos del mundo real, involucrar a los estudiantes en la investigación activa y fomentar el pensamiento crítico, el ABF no solo mejora la comprensión de la física, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos científicos y tecnológicos del mundo actual.

2.4. Calorimetría

Para iniciar este estudio se debe tener muy claro cuál es el concepto del tema a observar, en este caso la calorimetría. Jimenez (2018) menciona que la calorimetría es usada para medir la cantidad de calor transferida hacia o desde una sustancia, proceso que requiere una medición del cambio de temperatura que se produce en los cuerpos y a su alrededor, durante un proceso químico o físico y que el instrumento usado para medirlo es llamado calorímetro. Es decir, la calorimetría es la transferencia de energía de un cuerpo a otro, para elevar o aumentar su temperatura. Así mismo, el autor también indica que el orden para estudiar los temas sobre calorimetría es el siguiente: concepto de calor, temperatura, calor específico y calor latente.

2.4.1. Calor

Jiménez (2018) en su artículo señala que el calor puede ser conocido también como energía calorífica, pues, es la cantidad de energía que se transfiere a la energía interna total de un objeto. Camelo y Rodríguez (2008) indica que el calor analizado, desde el punto de vista del modelo dinámico, es el intercambio de energía que se produce con el medio o sus alrededores, o el movimiento de las partículas, tomando en cuenta la velocidad que estas producen en su reacción.

En física, el calor puede pasar de un objeto a otro de algunas formas, según señalan Barrera et al. (2021), en su artículo científico, la transferencia de calor es el intercambio

de energía calorífica entre diferentes cuerpos y esta se puede dar de tres maneras: por conducción, convección y radiación.

2.4.1.1. Transferencia de calor por conducción:

Este tipo de transferencia de calor sucede cuando el calor se transfiere a través de un material sin que la necesidad que este se ponga en movimiento, es decir, la energía cinética se va transmitiendo a causa de los choques que se da entre las partículas, así pues, en cada choque las partículas transfieren su energía cinética con las partículas que se produce el choque, este proceso ocurre cuando hay una diferencia de temperatura en un material sólido o entre dos materiales sólidos en contacto directo (Barrera et al., 2021). La energía calorífica siempre se transfiere de las partículas más calientes a las más frías a medida que interactúan entre sí. Por ejemplo, cuando se calienta una barra metálica por un extremo, después de un determinado tiempo, el otro extremo también habrá aumentado su temperatura. Esto sucede porque en el primer extremo las partículas del metal comenzaron a moverse de forma rápida chocando con las partículas cercanas y transmitiendo energía calorífica, hasta calentar el otro extremo de la barra (Barrera et al., 2021). La tasa de transferencia de calor por conducción depende de varios factores, incluyendo el área de la superficie a través de la cual se está llevando a cabo la transferencia, la diferencia de temperatura entre los dos puntos y la conductividad térmica del material a través del cual se está produciendo la transferencia. La conductividad térmica es una propiedad específica de cada material y describe la disposición que posee el material para transportar o conducir el calor, los materiales que cuentan con una alta conductividad térmica posibilitan que exista una transferencia de calor más eficiente que los materiales con baja conductividad térmica (Energy, 2023).

2.4.1.2. Transferencia de calor por convección:

Es un proceso mediante el cual, se transfiere energía calorífica debido al movimiento molecular aleatorio de las partículas y el movimiento macroscópico del fluido, este último movimiento se da cuando una gran cantidad de moléculas se mueven en grupo (Incropera & DeWitt, 1999), en otras palabras, la transferencia de calor por convección se da entre un sólido y un fluido (líquido o gas) en movimiento, o entre diferentes partes del mismo fluido en movimiento. Este proceso implica el transporte de calor por el movimiento del fluido y las diferencias de temperatura dentro del mismo (Young & Freedman, 2012).

Para Pinos (2022) la transferencia de calor por convección se puede dar de dos formas: convección natural y convección forzada.

2.4.1.2.1. Convección natural: También conocida como convección libre, según menciona Sepúlveda (2021) ocurre cuando un fluido se calienta y al hacerlo sus moléculas se vuelven menos densas, lo que ocasiona que se eleven y sea reemplazado por un fluido más frío y denso. Esto crea un flujo natural de fluido que transfiere calor en el proceso. Un ejemplo común de convección natural es el calentamiento del aire cerca de un radiador, que luego se eleva y crea corrientes de aire.

2.4.1.2.2. Convección forzada: en este proceso, un fluido se mueve debido a una fuente externa, como: un ventilador, una bomba o algún otro dispositivo mecánico. En este proceso la velocidad del flujo del fluido aumenta de manera significativa, lo cual genera que la transferencia de calor mejore. La convección forzada se utiliza en sistemas de calefacción, sistemas de refrigeración y muchas otras aplicaciones industriales (Jiménez, 2018).

La tasa de transferencia de calor por convección depende de varios factores, incluyendo la velocidad del fluido, las propiedades termo físicas del fluido, las características de la superficie de intercambio de calor y la diferencia de temperatura entre el fluido y la superficie sólida (Domingo, 2013).

2.4.1.3. Transferencia de calor por radiación:

Este tipo de transferencia se da por la emisión de radiación electromagnética de los cuerpos, en la mayoría de los casos esta transferencia de calor se da por el aire, aunque también se puede dar por el vacío, pues no requiere de un medio material para propagarse, siendo esta la diferencia principal con la transferencia de calor por conducción y convección (Pirobloc, 2018). Este proceso de transferencia de calor es fundamental para entender fenómenos como el calentamiento del Sol, la transmisión de calor desde objetos calientes y muchos otros procesos en la naturaleza y en aplicaciones tecnológicas. La radiación térmica se emite en forma de ondas electromagnéticas en el rango del espectro electromagnético, que incluye desde las ondas de radio hasta los

rayos gamma, pero la mayor parte de la radiación térmica se encuentra en el rango del infrarrojo (*La luz, Khan Academy, 2023*).

2.4.2. Temperatura

Otro concepto que se debe analizar dentro de la calorimetría, y que comúnmente suele ser confundido por los estudiantes con calor, es la temperatura. Tipler & Mosca (2014) menciona en su artículo que, para la física, la temperatura es una medida cuantitativa de la energía cinética promedio de las partículas en un sistema; en palabras más simples, la temperatura representa el nivel de calor de un objeto o sustancia. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es la energía cinética promedio de las partículas y, por lo tanto, más caliente se percibe el objeto. A medida que la temperatura disminuye, las partículas tienen menos energía cinética y el objeto se siente más frío. La temperatura puede medirse en varias escalas, siendo las más comunes la escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) y Kelvin (K). La escala Celsius es usada en la mayor parte del mundo y tiene como punto de congelación del agua 0°C y como punto de ebullición del agua 100°C (a una presión atmosférica normal). La escala Fahrenheit se utiliza principalmente en Estados Unidos y tiene como punto de congelación del agua 32°F y como punto de ebullición del agua 212°F (a una presión atmosférica normal). La escala Kelvin se utiliza en ciencias y es especialmente importante en física y química, la temperatura más baja posible, teóricamente, es dada con esta escala y se la conoce como el cero absoluto, que es, donde las partículas tienen una energía cinética mínima. El cero absoluto en la escala Kelvin es 0 K, equivalente a -273.15°C o -459.67°F (Day & Carpi, 2017).

2.4.3. Calor específico

El calor específico, o también conocida como capacidad calorífica específica, es una propiedad física que define cuanto calor puede absorber o liberar un cuerpo, objeto o sustancia por unidad de masa, en una unidad de temperatura. En otras palabras, es la cantidad de energía térmica necesaria para aumentar la temperatura del cuerpo en un grado Celsius, Fahrenheit o Kelvin (Martín y Serrano, 2014). Cada sustancia tiene su propio calor específico, que depende de su naturaleza química y estructural (Martín y Serrano, 2014). El calor específico se denota comúnmente por la letra c y se expresa en julios por kilogramo por grado Celsius ($\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$) o en julios por kilogramo por kelvin ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$). El calor específico de una sustancia determina la cantidad de calor necesaria para cambiar su temperatura en una cierta cantidad (Monge, s. f). Por ejemplo, el agua

tiene un calor específico relativamente alto, lo que significa que se necesita una gran cantidad de energía para elevar su temperatura. Por esta razón, el agua es útil para mantener temperaturas estables en sistemas terrestres, ya que absorbe y libera calor de manera efectiva. Por otro lado, sustancias con bajos calores específicos, como algunos metales, requieren menos energía para cambiar su temperatura.

2.4.4. Calor latente

Para Serway & Jewett (2019) el calor latente es la cantidad de energía térmica que se necesita para cambiar la fase de una sustancia sin cambiar su temperatura, es decir, que el calor latente está relacionado íntimamente con los cambios de estado de la materia, como la fusión (cambio de sólido a líquido) y la vaporización (cambio de líquido a gas), sin que exista un cambio de temperatura observable en el sistema. Espinoza, et al. (2021) menciona que el calor latente es una propiedad específica de cada sustancia y es fundamental en procesos como la calefacción, la refrigeración y la climatización, así como en el proceso de fenómenos naturales como la formación de nubes y la lluvia. El calor latente se mide en julios por kilogramo (J/kg) o en calorías por gramo (cal/g) y varía según el tipo de sustancia y el cambio de fase que suceda, hay dos tipos comunes de calor latente: el calor latente de fusión y el calor latente de vaporización.

2.4.4.1. Calor latente de fusión (L): Es la cantidad de calor indispensable para convertir una unidad de masa de una sustancia del estado sólido al estado líquido (o viceversa) a una temperatura constante (Alonso & Finn, 1994). Se representa en julios por kilogramo (J/kg) o en calorías por gramo (cal/g).

2.4.4.2. Calor latente de vaporización (Lv): Es la cantidad de calor necesaria para convertir una unidad de masa de una sustancia del estado líquido al estado gaseoso (o viceversa) a una temperatura constante (Mendoza, 2018). Se representa también en julios por kilogramo (J/kg) o en calorías por gramo (cal/g).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de la investigación

El tipo de investigación usada en este estudio es la investigación experimental en donde se llevó a cabo un estudio dividido en dos grupos, uno de control y otro experimental. En el grupo control se desarrollaron clases con el modelo pedagógico tradicional de educación, y en el grupo experimental se aplicó el método de aprendizaje basado en fenómenos. La unidad de estudio fue la Calorimetría, en donde se abarcaron los siguientes temas: calor y temperatura, calor específico, calor latente y equilibrio térmico. Cada paralelo tuvo su propia planificación de clase, debido a que se aplicaron diferentes métodos de enseñanza. En esta investigación se tomaron en consideración algunas variables, entre ellas: el conocimiento previo de los estudiantes, mediante una evaluación conceptual llamada pretest, el número de estudiantes, paralelos, un postest, usando la misma evaluación inicial para analizar las ganancias que generaron cada método en el estudio. Es oportuno mencionar que las clases con el modelo pedagógico tradicional de educación y con el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos fueron dadas por la misma docente.

El objetivo principal de este estudio con la investigación experimental es identificar si la aplicación del método de aprendizaje basado en fenómenos causa un efecto positivo, negativo o neutral en la comprensión de conceptos y la capacidad para resolver problemas de la contextualización sobre calorimetría en los estudiantes de tercero bachillerato general unificado (BGU), al compararlo con el modelo pedagógico tradicional.

La planificación de cada clase con el modelo pedagógico tradicional de educación, para el grupo de control, y el método de enseñanza aprendizaje basado en fenómenos, para el grupo experimental, la puede encontrar en los Anexos 1 y 2 respectivamente.

3.2. Muestra

Este estudio fue realizado en una institución educativa particular ubicado en un sector rural de la provincia del Azuay, la población de interés está enfocada en estudiantes de tercero BGU de dicho establecimiento educativo. Dentro de la institución existen tres paralelos del tercero BGU, y se tomó como muestra dos de esos paralelos. Para la selección de esta muestra se tuvo que realizar pruebas de conocimientos previos sobre la unidad de Calorimetría, y elegir a los dos paralelos más equitativos en discernimiento para minimizar el impacto de variables no deseadas como el nivel conocimiento previo de cada grupo. Los paralelos que salieron homogéneos, en estos conocimientos previos, fueron el tercero BGU paralelos B y C, de los cuales de forma aleatoria se eligió grupo control al tercero BGU paralelo B que consta de 23 estudiantes y como grupo experimental al tercero BGU paralelo C que consta de 20 estudiantes.

3.3. Técnicas y herramientas de recolección de datos

Como se mencionó anteriormente, para determinar la homogeneidad en conocimiento previo de los paralelos que se usaron para realizar este estudio, se tuvo que planificar una evaluación diagnóstica que mida el conocimiento de los estudiantes de tercero BGU acerca de la calorimetría. Esta misma prueba fue tomada nuevamente al finalizar la unidad, para verificar el avance en conocimientos de los estudiantes y poder realizar una comparación entre grupo control y grupo experimental, además de esta evaluación, se realizó una prueba de ejercicios prácticos, en la cual se midió la capacidad de los estudiantes para resolver problemas relacionados a la calorimetría.

El modelo de la evaluación diagnóstica usado fue Thermal Concept Evaluation (TCE), desarrollado por Shelley Yeo y Marjan Zadnik (Yeo y Zadnik, 2001), consta de 26 preguntas de opciones múltiples y tiene una duración de 30 minutos. Esta prueba, y su validación puede ser encontrada en el sitio web de PhysPort (supporting physics teaching with research-based resources).

Además, para la estructura de la evaluación de ejercicios prácticos se tomó en consideración los problemas que se practicaron en clases, esta evaluación se encuentra estructurada de cuatro preguntas, de las cuáles la primera pregunta se enfoca en resolver un problema sobre el calor específico, la segunda pregunta abarca el tema sobre calor latente, la tercera pregunta contiene el tema de equilibrio térmico del calor específico y finalmente la cuarta pregunta esta centrada en el equilibrio térmico con el calor específico y calor latente de una sustancia, hay que recalcar que los problemas

planteados trataron de ser contextualizados, la duración para dar solución a esta evaluación es de 45 minutos. Esta evaluación se encuentra en el apartado de Anexos con el título de evaluación de ejercicios prácticos (Anexo 3).

Es relevante destacar que tanto las planificaciones y evaluaciones fueron revisadas y verificadas por el docente tutor de este proyecto de titulación, quien dio algunas recomendaciones, que permitieron realizar los ajustes necesarios para dar fiabilidad a la planificación de la clase y evaluaciones.

3.4. Técnicas y herramientas de procesamiento de datos

Las técnicas y herramientas que se usaron para procesar los datos se las menciona a continuación. Para determinar la validez de la hipótesis planteada en este proyecto de titulación, mediante el análisis de las medias de ambos grupos, se usó el t-test de iguales y desiguales varianzas según lo menciona Welch (1947), para cuando los datos son paramétricos (como en el pretest y posttest), es decir, tienen una distribución normal; y para cuando los datos no son paramétricos, pero ambos grupos tienen igualdad de varianzas, como en la evaluación de ejercicios prácticos, se usó la U de Mann-Whitney como lo menciona Mann y Whitney (1947).

Para determinar si los datos obtenidos en las diferentes pruebas tomadas, son paramétricos y así determinar si se usa el t-test o U de Mann-Whitney, se empleó el coeficiente de Shapiro Wilk (Shapiro y Wilk, 1965). Finalmente, para establecer la igualdad de varianzas, y así conocer qué tipo de t-test aplicar, se usó el test de Levene (Brown y Forsythe, 1974).

En los Anexos 4, 5, 6 y 7 se pueden encontrar una breve descripción y cuáles fueron los pasos usados en Microsoft Excel para aplicar los estadísticos de Shapiro Wilk, test de Levene, t-test y U de Mann-Whitney respectivamente.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

En el presente estudio se tuvo dos grupos, uno de control en donde se aplicó el modelo pedagógico tradicional de enseñanza y otro grupo experimental en donde se desarrolló el método de enseñanza pedagógico aprendizaje basado en fenómenos, y determinar que si existe alguna diferencia en el aprendizaje de los estudiantes en el tema de calorimetría.

El grupo experimental fue tomado de un colegio particular de la ciudad de Cuenca, por lo que no hubo inconvenientes en la compra de algunos materiales necesarios para realizar los experimentos, sin embargo, los materiales usados no fueron de mayor costo, el grupo control fue tomado de la misma unidad educativa del grupo experimental, estos dos grupos elegidos pertenecen al mismo nivel educativo siendo el tercero de bachillerato general unificado, el número de estudiantes que participaron en el grupo control fue de 23 y la muestra tomada para el grupo experimental fue de 20 estudiantes.

Para determinar el nivel de conocimientos previos que posee cada uno de los estudiantes respecto al movimiento en una dimensión, se aplicó un pretest. Y luego de aplica las diferentes metodologías durante la unidad de Calorimetría, se realizó nuevamente la misma evaluación del pretest (ahora llamado postest). Los resultados tanto del grupo de control y experimental, se muestran en la Tabla 4.1. Note que la tabla sólo muestra a 23 estudiantes en el grupo de control, esto es debido a que dos estudiantes no dieron o el pretest o el postest, por ende, no se los agregó a las estadísticas.

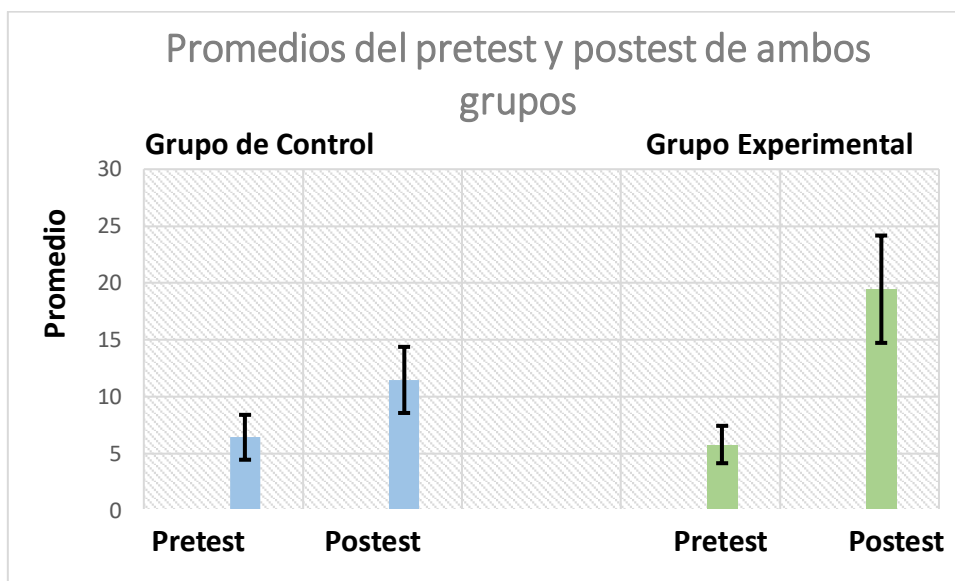
Tabla 4.1. Resultados individuales del pretest y postest, sobre 26 puntos.

Estudiante	Evaluación Pretest		Evaluación Postest	
	Control	Experimental	Control	Experimental
	Puntos	Puntos	Puntos	Puntos
1	4	6	11	22
2	5	2	12	21
3	9	6	14	23
4	8	5	9	23
5	5	5	13	22
6	6	7	12	21

7	6	5	12	24
8	7	5	13	12
9	4	5	15	23
10	7	7	12	10
11	6	7	9	20
12	11	8	10	24
13	4	4	14	10
14	5	4	8	13
15	8	4	11	17
16	7	7	16	22
17	8	6	3	16
18	4	7	7	24
19	4	7	13	21
20	6	9	12	21
21	9		11	
22	9		12	
23	6		15	
Promedio	6.43	5.80	11.48	19.45
Desviación estándar	1.97	1.64	2.91	4.72

El promedio obtenido en cada prueba (pretest y postest) tanto para el grupo de control y grupo experimental, se muestra en la gráfica 4.1. En la misma se puede observar la diferencia entre el conocimiento de los conceptos referentes a la unidad, antes y después de aplicar la metodología. Las barras verticales representan la desviación estándar del promedio.

Gráfica 4.1 Promedio del pretest y postest para los grupos de control y experimental.



Finalmente, se aplicó una evaluación de problemas para medir las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes, luego de aplicar las metodologías en cada grupo. Los resultados se muestran en la tabla 4.2.

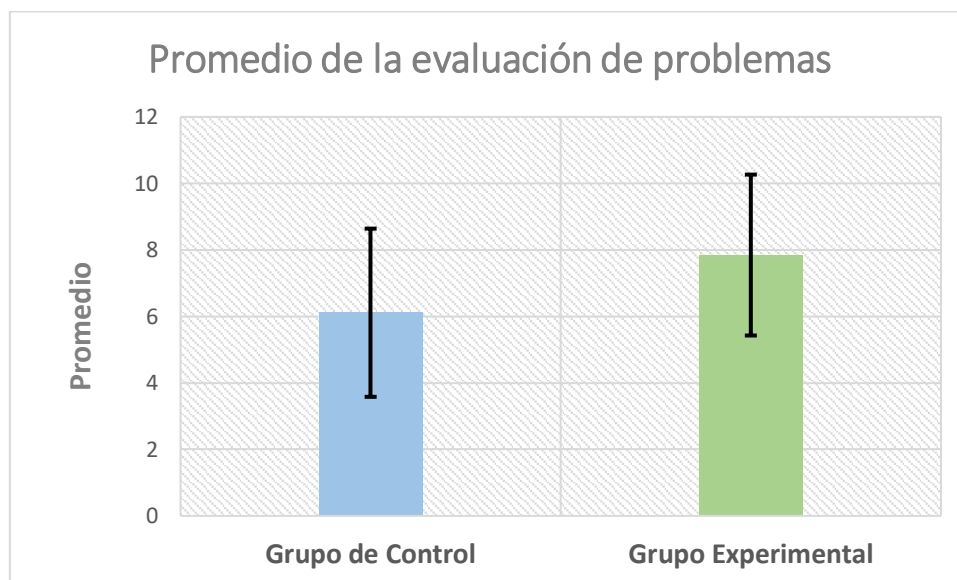
Tabla 4.2 Resultados de la prueba de resolución de problemas.

Estudiante	Grupos	
	Control	Experimental
1	3	3.5
2	9.8	8
3	10	3.5
4	5.8	8.3
5	4	9
6	6.3	8.5
7	5.5	10
8	8	7.5
9	10	10
10	7.5	9.5
11	5.5	7.8
12	7	10
13	5.5	5.8
14	4.5	1.5
15	8.8	10
16	2.5	9

17	2.8	8
18	10	9
19	4.5	9
20	1.8	9
21	8	
22	5	
23	6	
24	3	
25	8	
Promedio	6.11	7.84
Desviación estándar	2.53	2.42

El promedio obtenido en la evaluación de resolución de problemas, tanto para el grupo de control y grupo experimental, se muestra en la gráfica 4.2. Las barras verticales representan la desviación estándar del promedio.

Gráfica 4.2 Promedio de la evaluación de problemas para los grupos de control y experimental.



4.1. Análisis de resultados

Los grupos elegidos fueron previamente evaluados en un pretest conceptual para determinar si eran homogéneos en sus conocimientos iniciales de calorimetría, por lo que, en primer lugar, se analizó la distribución normal de los datos de cada grupo mediante el coeficiente de Shapiro-Wilk. El coeficiente del grupo control es de 0.928 con

un nivel de significación de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.914, valor obtenido en la tabla: Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilk, del anexo 4. El coeficiente del grupo experimental es de 0.952 con un nivel de significancia de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.905 (misma tabla en el anexo). El valor obtenido en ambos casos es superior al nivel de significación elegido, por lo tanto, no existe evidencia estadística para indicar que los datos de ambos grupos no presentan una distribución normal. La tabla 4.3 resume el resultado obtenido del estadístico de Shapiro-Wilk, el proceso para realizar este estadístico en Excel está en el anexo 4.

Tabla 4.3 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk del pretest para los grupos control y experimental.

Pretest			
Grupo control		Grupo experimental	
Coeficiente de Shapiro Wilk	0.928	Coeficiente de Shapiro Wilk	0.952
Porcentaje mínimo requerido	0.914	Porcentaje mínimo requerido	0.914
Significancia	0.05	Significancia	0.05

Luego se procedió a analizar la homogeneidad de varianzas entre los grupos usando el estadístico de Levene. La tabla 4.4 muestra un resumen del resultado final de la prueba de Levene, usando una Anova en Excel, como se indica en el anexo 5

Tabla 4.4 Prueba estadística de Levene para el pretest

ANOVA		
Valor F calculado	Valor p	Valor F crítico
0.365	0.549	4.085

El valor de p obtenido es mayor a 0.05 (el valor F crítico es mayor al calculado por la ANOVA con las muestras dadas) por lo que se puede concluir que las varianzas entre grupos son homogéneas. Dadas las características de los datos, se utiliza el análisis estadístico t-test de dos muestras asumiendo varianzas iguales para comprobar si las medias de los grupos son estadísticamente diferentes, o si los grupos son homogéneos en cuanto a conceptos previos de calorimetría, vea detalles de cómo aplicar este estadístico en Excel, y cómo interpretar la respuesta del estadístico de p en el anexo 6.

El análisis estadístico t-test dio valores de p de 0.131 y 0.262, para uno y dos colas respectivamente, según estos datos no se muestra una diferencia estadística entre las medias de ambos grupos, debido a que ambos valores p son mayores a 0.05, con un nivel de significación de 0.05, con esto se demuestra que los grupos tienen igualdad de condiciones conceptuales para participar en el estudio. La tabla 4.5 resume los valores obtenidos al aplicar el t-test asumiendo varianzas iguales.

Tabla 4.5 Resultados del t-test de dos muestras asumiendo varianzas iguales del pretest.

	Grupo de control	Grupo experimental
Media	6.434	5.8
Varianza	3.893	2.694
Observaciones	23	20
Grados de libertad	41	
Valor estadístico t	1.136	
p una cola	0.131	
t Crítico de una cola	1.682	
p dos colas	0.262	
t Crítico de dos colas	2.019	

4.2 Análisis de resultados del postest y resolución de problemas

Para analizar si las hipótesis planteadas en el presente estudio son aceptadas o no, se realizó un análisis similar al del pretest, tanto a los resultados obtenidos en el postest para la primera hipótesis, como en la evaluación de problemas para la segunda hipótesis.

Analizando primero la distribución normal de los datos del postest de cada grupo mediante el coeficiente de Shapiro-Wilk, el coeficiente del grupo control es de 0.924 con un nivel de significación de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.914. El coeficiente del grupo experimental es de 0.816 con un nivel de significancia de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.905. El valor obtenido en el grupo control es superior al nivel de significancia elegida, por lo tanto, los datos del grupo control tienen una distribución normal. Sin embargo, el valor obtenido en el grupo experimental es inferior al nivel de significación elegido, por lo tanto, los datos del grupo experimental no son paramétricos. La table 4.6 resume el resultado obtenido del estadístico de Shapiro-Wilk.

Tabla 4.6 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk del postest para los grupos control y experimental.

Postest			
Grupo control		Grupo experimental	
Coeficiente de Shapiro Wilk	0.924	Coeficiente de Shapiro Wilk	0.816
Porcentaje mínimo requerido	0.914	Porcentaje mínimo requerido	0.905
Significancia	0.05	Significancia	0.05

El test de Levene indicó que no existe homogeneidad de varianzas entre los grupos, y la tabla 4.7 muestra el resumen del resultado final de esta prueba usando una Anova en Excel

Tabla 4.7 Prueba estadística de Levene para el postest.

ANOVA		
Valor F calculado	Valor p	Valor F crítico
18.62	0.000086	4.056

Dadas las características de los datos, se utiliza el análisis estadístico t-test de dos muestras asumiendo varianzas desiguales para comprobar si las medias de los grupos son estadísticamente diferentes, y así aceptar o negar la primera hipótesis planteada. Según el valor obtenido en el análisis estadístico t-test, el valor estadístico p es 0.00000013 y 0.00000026, para uno y dos colas respectivamente. Se concluye que hay una diferencia estadística en las medias de ambos grupos, debido a que ambos valores de p son menores a 0.05, con un nivel de significación de 0.05. Dado a que el grupo de experimental obtuvo un mayor promedio en el postest (19.45) que el grupo de control (11.48) se concluye que el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos mejora el aprendizaje significativo conceptual en calorimetría, dentro de la asignatura de Física, en estudiantes de tercero de bachillerato general unificado, aceptando la primera hipótesis. La tabla 4.8 resume los valores obtenidos al aplicar el t-test asumiendo varianzas desiguales.

Tabla 4.8 Resultados del t-test de dos muestras asumiendo varianzas desiguales del posttest.

	Grupo de control	Grupo experimental
Media	11.48	19.45
Varianza	8.442	22.260
Observaciones	23	20
Grados de libertad	31	
Valor estadístico t	-6.552	
p una cola	0.00000013	
t Crítico de una cola	1.695	
p dos colas	0.00000026	
t Crítico de dos colas	2.039	

Finalmente, para analizar el tamaño del efecto de este estudio de proyecto de titulación se obtiene el valor estadístico *d* de Cohen. La tabla 4.9 muestra el proceso paso a paso de los cálculos para obtener el coeficiente de Cohen. El valor obtenido es 2.07, siendo éste un tamaño del efecto muy alto. Es decir, que la probabilidad de cuando se escoge aleatoriamente un estudiante del grupo experimental tendrá una calificación superior (en su prueba de posttest) que un estudiante escogido aleatoriamente en el grupo de control es del 92%, probabilidad de superioridad (Fritz y Morris, 2012).

Tabla 4.9 Resultados del tamaño del efecto del estadístico *d* de Cohen para el posttest.

Coeficiente de Cohen <i>d</i>			
Media grupo control	11.48		
Media grupo experimental	19.45	Diferencia de medias (dif)	7.97
Desviación estándar (ds1)	2.91	e1 =n1*ds1	185.74
Desviación estándar (ds2)	4.72	e2 =n2*ds2	422.95
Tamaño grupo de control (n1)	23	e1+e2	608.69
Tamaño grupo experimental (n2)	20	(e1+e2) / (n1+n2-2)	14.85
		Raíz cuadrada (r)	3.85
Coeficiente de Cohen: dif / r			2.07

Para analizar los resultados obtenidos en las evaluaciones de resolución de problemas, se inició analizando la distribución normal de los datos de cada grupo mediante el coeficiente de Shapiro-Wilk. El coeficiente del grupo control es de 0.948 con un nivel de significación de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.918. El coeficiente del grupo experimental es de 0.789 con un nivel de significancia de 0.05, y el valor mínimo requerido es de 0.916. El valor obtenido en el grupo experimental es muy inferior al nivel de significación elegido, por lo tanto, los datos no son paramétricos. La tabla 4.10 muestra un resumen de los valores obtenidos en este estadístico.

Tabla 4.10 Resultados del coeficiente de Shapiro Wilk de la evaluación de problemas.

Evaluación de problemas			
Grupo control		Grupo experimental	
Coeficiente de Shapiro Wilk	0.947	Coeficiente de Shapiro Wilk	0.789
Porcentaje mínimo requerido	0.918	Porcentaje mínimo requerido	0.916
Significancia	0.05	Significancia	0.05

El test de Levene indicó que, si existe homogeneidad de varianzas entre los grupos, y la tabla 4.11 muestra el resumen del resultado final de esta prueba.

Tabla 4.11 Prueba estadística de Levene para la evaluación de problemas.

ANOVA		
Valor F calculado	Valor p	Valor F crítico
0.680	0.414	4.073

Dadas las características de los datos, se utiliza el análisis estadístico U de Mann-Whitney para muestras no paramétricas, pero con igualdad de varianza, para comprobar si las medias de los grupos son estadísticamente diferentes, y así aceptar o rechazar la segunda hipótesis planteada. El test de U de Mann-Whitney da un valor de prueba p de 0.018, el cual es menor al valor de 0.05, el proceso correspondiente a la prueba de U de Mann-Whitney en Excel es mostrado en el anexo 7. Por lo tanto, hay una diferencia estadística en las medias de ambos grupos con un nivel de significancia de 0.05. Dado que el grupo experimental obtuvo un mejor promedio en esta evaluación de problemas

que el grupo de control (tabla 4.2), se demuestra que el método de enseñanza de aprendizaje basado en fenómenos mejora las habilidades de resolución de problemas en calorimetría, dentro de la asignatura de Física, en estudiantes de tercero de bachillerato general unificado. Con esto se acepta la segunda hipótesis planteada en este estudio

Finalmente, para analizar el tamaño del efecto se usa nuevamente el valor estadístico d de Cohen, el cual da un valor de 0.700, siendo este un tamaño del efecto medio. Es decir, que la probabilidad de cuando se escoge aleatoriamente un estudiante del grupo experimental tendrá una calificación superior (en su prueba de postest) que un estudiante escogido aleatoriamente en el grupo de control es del 69%, probabilidad de superioridad (Fritz y Morris, 2012).

4.3. Análisis de resultados por pregunta

Para el análisis de este apartado, se tomó en consideración las preguntas que presentaron mayor y menor ganancia al analizar los resultados de la evaluación pretest y postest al comparar los grupos de control y experimental, con la finalidad de establecer diferencias significativas en las actividades que se realizaron en ambos grupos que posiblemente influenciaron en el proceso de aprendizaje.

Para el análisis estadístico se usó el índice de Hake: ganancia = $(\text{postest \%} - \text{pretest \%}) / (100 - \text{pretest \%})$. Siendo una ganancia baja cuando el resultado es menor o igual a 0.3; ganancia media cuando está entre 0.3 y 0.7; y ganancia alta cuando el valor obtenido es mayor a 0.7.

4.3.1. Análisis de preguntas con mayor ganancia

Pregunta 1:

¿Cuál es la temperatura más probable de los cubos de hielo almacenados en el congelador de un frigorífico?

- a) -10 °C
- b) 0 °C
- c) 5 °C
- d) Depende del tamaño de los cubitos de hielo.

Resultado:

Tabla 4.12 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 1, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest	-0.111	Pretest	Postest	0.667
13	12		14	18	

Interpretación:

En esta investigación, la disparidad en el desempeño entre el grupo experimental y el grupo de control se atribuye a la exploración activa de los diversos estados del agua mediante el uso de un termómetro. En contraste, el grupo de control únicamente se sometió a instrucción teórica sobre las temperaturas asociadas a los distintos estados del agua.

Pregunta 7:

Unos minutos más tarde, Ned recoge la lata de Coca-Cola y les dice a todos que la superficie del banco que está debajo de ella está más fría que el resto del banco 20 °C

- a) Jon dice: "El frío se ha trasladado de la coca al banco_".
 - b) Rob dice: "No queda energía en el banco debajo de la lata".
 - c) Sue dice: "Se ha transferido algo de calor del banco a la Coca Cola".
 - d) Eli dice: "La lata hace que el calor debajo de la lata se aleje a través de la encimera".
- ¿De quién crees que es la mejor explicación?

Resultado:

Tabla 4.13 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 7, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental.

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest	0.285	Pretest	Postest	0.714
15	17		15	20	

Interpretación:

En esta pregunta, la diferencia en el rendimiento entre el grupo experimental y el grupo de control se atribuye a la realización de un experimento práctico durante las clases. En el grupo experimental, se llevó a cabo un experimento sencillo que implicaba colocar una

botella de agua fría y una botella de agua a temperatura ambiente en dos sillas diferentes, para luego observar y analizar cómo evolucionaba la temperatura en cada una. En contraste, el grupo de control recibió instrucción teórica sobre la transferencia de calor.

Pregunta 18:

Dan coge simultáneamente dos cartones de leche con chocolate, uno frío de la nevera y otro caliente ¿Por qué crees que el cartón del frigorífico está más frío que el del banco? Comparado con el cartón caliente, el cartón frío.....

- a) contiene más frío.
- b) contiene menos calor.
- c) es peor conductor del calor.
- d) conduce el calor más rápidamente de la mano de Dan
- e) conduce el frío más rápidamente a la mano de Dan

Resultado:

Tabla 4.14 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 18, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest		Pretest	Postest	
2	0	-0.10	2	14	0.60

Interpretación:

En esta pregunta, la diferencia en el rendimiento entre el grupo experimental y el grupo de control se debió a la variedad de enfoques utilizados para abordar el tema de la transferencia de calor dentro del aula. En el grupo experimental, se emplearon ejemplos visuales, ejercicios escritos y experimentos prácticos. Los estudiantes trabajaron en grupos cooperativos para analizar los efectos de verter agua hirviendo en recipientes de diferentes materiales, así como para comprender los distintos tipos de transferencia de calor implicados al hervir agua en una olla. En comparación con el grupo de control que recibió únicamente clases teóricas sobre el concepto de transferencia de calor.

Pregunta 20:

Pat cree que su padre cocina los pasteles en el estante superior del horno eléctrico porque hace más calor arriba que abajo.

- a) Pam dice que hace más calor arriba porque el calor sube.
- b) Sam dice que “hace más calor porque las bandejas metálicas concentran el calor”
- c) Ray dice que hace más calor arriba porque cuanto más caliente está el aire menos denso es.
- d) Tim no está de acuerdo con todos ellos y dice que no es posible estar más bueno en la cima.

¿Qué persona crees que tiene razón?

Resultado:

Tabla 4.15 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 20, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Posttest	0.052	Pretest	Posttest	0.722
3	4		4	17	

Interpretación:

En esta pregunta, se evidencia un resultado significativo en la prueba postest del grupo experimental, lo cual se atribuye al enfoque educativo empleado. Los estudiantes de este grupo tuvieron la oportunidad de analizar en profundidad qué ocurre con el agua cuando se calienta en una olla sobre una hornilla, recibiendo una explicación clara sobre el comportamiento de las moléculas del agua a medida que se calientan, además de que realizaron un experimento práctico utilizando un termómetro para analizar directamente la escala de temperatura y sus transformaciones. En contraste, el grupo de control solamente recibió una enseñanza teórica sobre los diferentes tipos de transferencia de calor y sus respectivos conceptos.

4.3.2. Análisis de preguntas con menor ganancia

Pregunta 2:

Ken saca seis cubos de hielo del congelador y pone cuatro en un vaso de agua. Deja dos sobre la mesa. Remueve y remueve hasta que los cubos son mucho más pequeños y han dejado de derretirse. ¿Cuál es la temperatura más probable del agua en este momento?

- a) -10°C
- b) 0°C
- c) 5°C
- d) 10°C

Resultado:

Tabla 4.16 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 2, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest	0,6	Pretest	Postest	0,555556
7	16		4	14	

Interpretación:

En esta pregunta, se puede apreciar que el grupo control tuvo una mejor ganancia que el grupo experimental, aunque es mínima. Se puede atribuir esta ligera diferencia al hecho de que los estudiantes del grupo control se enfocaron principalmente en memorizar los valores del punto de ebullición y congelación en diversas unidades de medida.

Pregunta 5:

Cinco minutos después, el agua de la tetera sigue hirviendo. La temperatura más probable del agua es aproximadamente:

- a) 88°C
- b) 98°C
- c) 110°C
- d) 120°C

Resultado:

Tabla 4.17 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 5, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest	0.823	Pretest	Postest	0.6
5	19		2	14	

Interpretación:

En esta pregunta, se evidencia que el grupo de control también experimentó una ligera mejora en comparación con el grupo experimental, posiblemente debido a la misma razón expuesta en la pregunta anterior. En este caso, los estudiantes del grupo de control seleccionaban el valor más cercano al punto de ebullición en grados Celsius.

Pregunta 8:

Después de cocer unos huevos en agua hirviendo, Mel los enfría poniéndolos en un recipiente con agua fría. ¿Cuál de las siguientes opciones explica el proceso de enfriamiento?

- a) La temperatura se transfiere de los huevos al agua.
- b) El frío pasa del agua a los huevos.
- c) Los objetos calientes se enfrían de forma natural.
- d) La energía se transfiere de los huevos al agua.

Resultado:

Tabla 4.18 Resultados por número de estudiantes de la ganancia de la pregunta 8, de las evaluaciones pretest y postest del grupo control y experimental

Grupo control		Ganancia	Grupo experimental		Ganancia
Pretest	Postest	0.556	Pretest	Postest	0.312
4	14		6	11	

Interpretación:

En esta pregunta, se observa que el grupo de control mostró un avance, lo cual se atribuye a una ligera confusión experimentada por algunos estudiantes del grupo experimental con respecto a la terminología utilizada para definir el concepto de calor.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El presente estudio ha proporcionado valiosas percepciones y reflexiones sobre la efectividad de este método de enseñanza en el ámbito educativo de la física, en la unidad de Calorimetría.

En primer lugar, los resultados obtenidos revelan un impacto positivo y significativo en la conceptualización de los estudiantes. La implementación del Aprendizaje Basado en Fenómenos no solo logró captar su interés, sino que también facilitó una comprensión más profunda de los principios calorimétricos. La conexión de los conceptos abstractos con fenómenos concretos en la vida real resultó ser un catalizador efectivo para su aprendizaje significativo.

Además, se observó una mejora en la resolución de ejercicios de calorimetría, pues los estudiantes no solo pudieron aplicar los principios calorimétricos en situaciones específicas, sino que también demostraron una mayor capacidad para dar solución a ejercicios contextualizados. Esto sugiere que el ABF no solo impacta la retención de conceptos, sino que también contribuye en los conocimientos para solucionar problemas sobre el tema.

Asimismo, se identificaron patrones específicos de aprendizaje entre los estudiantes. Aquellos que participaron activamente en experiencias basadas en fenómenos y que se involucraron en discusiones reflexivas demostraron un mayor crecimiento en su comprensión y habilidades prácticas. Este hallazgo destaca la importancia de la participación activa y la interacción en el proceso de aprendizaje.

Es fundamental destacar que, si bien el Aprendizaje Basado en Fenómenos mostró ser una estrategia efectiva, su implementación exitosa requiere una planificación y diseño cuidadosos. La selección adecuada de fenómenos, la integración coherente con el currículo y la adaptación a las necesidades específicas de los estudiantes son elementos cruciales para el éxito de esta metodología.

En conclusión, este estudio aporta evidencia sustancial para aceptar las dos hipótesis planteadas. Estos hallazgos no solo tienen implicaciones para la enseñanza de la física, sino que también abren la puerta a futuras investigaciones y exploraciones en la aplicación del ABF en otras disciplinas científicas. La educación del siglo XXI demanda enfoques pedagógicos dinámicos y contextualizados, y este estudio contribuye a ese paradigma al destacar la importancia del ABF como una herramienta valiosa para potenciar el aprendizaje científico en entornos educativos diversos.

5.2. Recomendaciones

Basado en los hallazgos y conclusiones obtenidos, se formulan las siguientes recomendaciones con el propósito de enriquecer la implementación futura de estrategias pedagógicas centradas en el Aprendizaje Basado en Fenómenos (ABF) en el contexto de la enseñanza de la calorimetría:

5.2.1. Diseño de Fenómenos Relevantes: Se recomienda que los docentes seleccionen cuidadosamente los fenómenos que se utilizarán en el ABF, asegurándose de que estén directamente relacionados con los principios calorimétricos y sean relevantes para la vida cotidiana de los estudiantes. Esto garantizará una conexión significativa entre la teoría y la práctica.

5.2.2. Integración Curricular Coherente: Se debe buscar una integración coherente del ABF con el currículo existente. Se sugiere una planificación detallada que permita incorporar de manera fluida las experiencias basadas en fenómenos dentro de la estructura curricular, evitando interrupciones abruptas y asegurando la cobertura adecuada de los contenidos.

5.2.3. Participación Activa y Colaboración: Se recomienda diseñar actividades que involucren la colaboración entre los estudiantes, facilitando el intercambio de ideas y la construcción colectiva de conocimiento.

5.2.4. Evaluación Formativa Continua: Implementar una evaluación formativa continua que permita monitorear el progreso de los estudiantes a lo largo del proceso. Esto proporcionará retroalimentación oportuna y permitirá ajustes en la enseñanza según las necesidades individuales y grupales.

5.2.5. Investigación Continua: Se alienta a la comunidad educativa a continuar investigando y evaluando la efectividad del ABF en distintos contextos y disciplinas. La investigación continua contribuirá a la mejora constante de las

prácticas pedagógicas y permitirá adaptar las estrategias según las necesidades cambiantes de los estudiantes.

5.2.6. Incorporación de las TIC: Considerar la integración de tecnología educativa para potenciar las experiencias basadas en fenómenos.

Al adoptar estas recomendaciones, los docentes y personas interesadas en la comunidad educativa pueden maximizar el potencial del Aprendizaje Basado en Fenómenos, asegurando una implementación efectiva y sostenible en la enseñanza de la calorimetría y, por extensión, en otras áreas de la educación científica.

6. Referencias

- Alonso, J. F. (2019). *Phenomenon Based Learning: una aplicación al curso de Economía en 1o de Bachillerato*. <http://repositorio.ucam.edu/handle/10952/4012>
- Alonso, M., & Finn, E. J. (1994). Física. Addison Wesley Iberoamericana. ISBN-13: 978-9688806990.
- Barrera, F., Ramírez, S., Sánchez, E., Pérez, J., & Cruz, A. (2021). *Mecanismos de transferencia de calor*. TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, Vol. 8, No. 16, 38 – 42. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/6401/8082>
- Bazantes Del Salto, S. S. (2021). Uso de la realidad aumentada en la enseñanza - aprendizaje del movimiento rectilíneo uniforme en bachillerato. Ecuador: Ambato
- Bohórquez, A. (2016, 23 enero). ¿Qué es el aprendizaje basado en fenómenos? Una nueva modalidad de enseñanza invade las aulas de Finlandia y plantea un modelo desde la perspectiva del estudiante. Compartir Palabra maestra. Recuperado de <https://www.compartirpalabramaestra.org/articulos-informativos/que-es-el-aprendizaje-basado-en-fenomenos>
- Brown, M. B., & Forsythe, A. B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69(346), 364-367. <https://doi.org/10.1080/01621459.1974.10482955>
- Busquets, T., Silva, M., & Larrosa, P. (2016). *Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: nuevas aproximaciones y desafíos*. *Estudios pedagógicos*, 42(especial), 117-135. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052016000300010>
- Camacho, R. D., & Camargo, Y. D. (2019). El fenómeno de la reforestación y el aprendizaje basado en fenómenos como perspectiva de enseñanza en las ciencias naturales. Tesis de Maestría. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22878/Camacho%20Romero%20Diego%20Francisco%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=>

- Camelo, F., & Rodríguez, S. (2008). *Revisión histórica del concepto de calor: algunas implicaciones para su aprendizaje*.
<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/149/94>
- Chicaiza, W. (2018). *Los problemas de aprendizaje de física de los estudiantes de primer año de bachillerato general unificado, de la unidad educativa oscar efrén reyes de la comunidad guantul grande central, parroquia flores cantón riobamba, durante el primer quimestre del periodo escolar octubre 2017 – febrero 2018*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional – Universidad Nacional de Chimborazo.
- Day, M. M., EdD, & Carpi, A., PhD. (2017, 12 febrero). *Temperatura*. Visionlearning.
<https://www.visionlearning.com/es/library/Ciencias-Generales/3/Temperatura/48#:~:text=Hay%20tres%20escalas%20com%C3%BA,mente%20usadas,tal%20como%20se%20describe%20enseguida>.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. The new School.
- Domingo, A. M. (2013). Apuntes de transmisión del calor. En *E.T.S. Arquitectura (UPM) eBooks*. <http://oa.upm.es/50949/>
- Energy, E. C. (2023, 16 octubre). El papel de la conductividad térmica en los materiales de plomería. *Energy5*. <https://energy5.com/es/el-papel-de-la-conductividad-termica-en-los-materiales-de-plomeria>
- Espinosa Paredes, G., Vázquez Rodríguez, A., Quezada García, S., & Espinosa Martínez, É. G. (2021). *Termodinámica con enfoque a la ingeniería en energía*. Editorial Científica 3Ciencias.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size Estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2-18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Garrido, L. (2018). Aprendizaje basado en fenómenos en Física. *Publicaciones didácticas*, 706-713.
- Huber, G. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Revista de Educación*, número extraordinario (1):59-81.

<http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:14edd70f-c97a-4361-8757-ef0c83ce5bea/re200804-pdf.pdf>.

Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. Pearson Educación.

Ivie, S. D. (1998). Ausubel's learning theory: An approach to teaching higher order thinking skills. *The High School Journal*, 82(1), 35-42. Recuperado de: https://www.jstor.org/stable/40364708?seq=1#page_scan_tab_contents

Jiménez, C. (2018). Calor y Calorimetría. Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10196/Calor%20y%20calorimetr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kostiainen, E., Ukskoski, T., Ruohotie-Lyhty, M., Kauppinen, M., Kainulainen, J., & Mäkinen, T. (2018). Meaningful learning in teacher education. *Teaching and Teacher education*, 71, 66-77. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X17307576>.

La luz: ondas electromagnéticas, espectro electromagnético y fotones (artículo) | Khan Academy. (2023). Khan Academy. <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>.

Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50-60. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>.

Mattila, P., & Silander, P. (2015). How to create the school of the future: Revolutionary thinking and design from Finland. Oulu: University of Oulu, Center for Internet Excellence. School Innovation and Learning Center (SILC) –project funded by European Social Fund (ESF). <https://www.classter.com/wpcontent/uploads/2016/09/How-to-create-the-school-of-the-future.pdf>.

Martín, T., & Serrano, A. (2014). Primer principio de la termodinámica. Calor. <https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/termo1p/calor.html>

- Medina, D. (2020). Plan de estudios basado en Fenómenos; un acercamiento desde la escuela tradicional. *Revista científica*.
- Melo, M., & Hernández, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales. Universidad autónoma de Colombia.
- Mendoza, P. (2018). Física I. Clase 10. Módulo 2. Calorimetría y cambios de fase. http://www2.fisica.unlp.edu.ar/~pmendoza/2018_Fisical/2018_Fisica1_M2_Clase10.pdf
- Monge, V. (s. f.). Calor y Termodinámica. Resumen-Conceptos de Física. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-ciencias-medicas/fisica/calor-y-termodinamica-resumen-fisica-conceptos-y-aplicaciones/6185093>
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science education*, 86(4), 548-571. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10032>
- Parra, K. (2018). *Aprendizaje basado en fenómenos para estudiantes de décimo y undécimo de bachillerato*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional – Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Phenomenal Education. (2019). Phenomenon Based Learning. <http://www.phenomenaleducation.info/home.html>
- Pinos, V. (2022). *Cápsula | Los fenómenos de transporte: transferencias de cantidad de movimiento, calor y masa*. <https://www2.ucuenca.edu.ec/component/content/article/271-espanol/investigacion/blog-de-ciencia/ano-2020/diciembre-2020/1860-transferencias-de-cantidad-de-movimiento?Itemid=437>
- Pirobloc. (2018, 7 junio). *Principios de transferencia de calor en ingeniería - Pirobloc*. Pirobloc. <https://www.pirobloc.com/blog-es/principios-de-transferencia-de-calor-en-ingenieria/>

- Reyes, K. (2021). Metodología de aprendizaje basado en fenómenos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de 6to año de educación básica. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Santander Universidades. (2022, 25 septiembre). *¿Qué es el aprendizaje constructivista y cómo funciona?* Becas Santander. <https://www.becas-santander.com/es/blog/aprendizaje-constructivista.html>
- Sbarbati, N. (2017). Urgencia de Transformar la Educación en Ciencias en Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 161-178.
- Sepúlveda, I. A. (2021). Modelación de un sistema de climatización basado en radiación nocturna para una vivienda. Tesis de pregrado. Universidad Técnica Federico Santa María. Peumo Repositorio Digital USM
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2019). Física para Ciencias e Ingeniería. Cengage Learning. ISBN-13: 978-1305116391.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965b). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Silander, P. (2015). The school of the future. Published by Helsinki City Education Department. <http://www.phenomenaleducation.info/phenomenon-based-learning.html>.
- Symeonidis, V, & Schwarz, J. (2016). Enseñanza y Aprendizaje Basados en Fenómenos a través de los Lentes Pedagógicos de la Fenomenología: La Reciente Reforma Curricular en Finlandia. *Foro Oświatowe*, 28(2), 31-47.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2014). Física para la Ciencia y la Tecnología. Editorial Reverté. ISBN-13: 978-8429176564.
- Valenzuela, L. M. (2021, 19 noviembre). Aprendizaje basado en fenómenos» psicólogos en línea gratis. *Psicólogos en línea gratis*. <https://psicologosenlinea.net/10398-aprendizaje-basado-en-fenomenos.html>
- Vilchis Estrada, A., Ruíz Espinoza, F. H., y Estrada Cervantes, R. (2021). *Revisión Bibliográfica: Estrategia del Aprendizaje basado en Fenómenos*. Ciencia Latina

Revista Científica Multidisciplinar, 5(2), 1820-1835.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.386

Villamar, A. (2020). *Estrategias Metodológicas para la Conceptualización del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado utilizando Problemas Abiertos*. [Trabajo de titulación, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional – Universidad de Guayaquil

Welch, B. L. (1947). The generalization of 'student's' problem when several different population variances are involved. *Biometrika*, 34(1-2), 28-35.
<https://doi.org/10.1093/biomet/34.1-2.28>

Yeo, S., & Zadnik, M. (2001). Introductory Thermal Concept Evaluation: Assessing students' understanding. *The Physics Teacher*, 39(8), 496-504.
<https://doi.org/10.1119/1.1424603>

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Física Universitaria*. Pearson Educación. ISBN-13: 978-6074420406.

7. Apéndices y anexos

Anexo 1: Planificaciones de cada clase con el modelo pedagógico tradicional de educación

Clase: 1

Período: 45 min

Tema: Temperatura, calor, escala de temperatura y transferencia de calor.

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
I.CN.3.8.1. Establece diferencias entre calor y temperatura y comunica, de forma gráfica, las formas de transmisión del calor (conducción, convección y radiación), apoyándose en la ejecución de experimentos sencillos de varias sustancias y cuerpos de su entorno. (J.3., I.2., I.3.)	CN.F.5.2.5. Determinar que la temperatura de un sistema es la medida de la energía cinética promedio de sus partículas, haciendo una relación con el conocimiento de que la energía térmica de un sistema se debe al movimiento caótico de sus partículas y por tanto a su energía cinética. CN.F.5.2.6. Describir el proceso de transferencia de calor entre y dentro de sistemas por conducción, convección y/o radiación, mediante prácticas de laboratorio.	Anticipación: Con la ayuda de diapositivas los estudiantes observan y anotan en su cuaderno los conceptos previos: energía térmica, energía cinética y energía térmica. Construcción: El docente con la ayuda de diapositivas da a conocer el concepto de temperatura y calor, la escala de temperatura, la relación entre temperatura y calor y las formas de transferir calor. Consolidación: En casa investigar y responder las	Cuaderno Borrador Computadora Proyector	Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada ejercicio. Evaluación de conceptos al finalizar el capítulo.

		<p>siguientes preguntas:</p> <p>Ejemplos de aplicaciones del calor y la temperatura en la vida cotidiana.</p> <p>Ejemplos en imágenes de la transferencia de calor.</p> <p>Resolver ejercicios sobre conversión de unidades de la temperatura.</p>		
--	--	--	--	--

Clase: 2

Período: 90 min

Tema: Calor específico

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
I.CN.F.5.14.1. Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica (usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y	CN.F.5.2.7. Analizar que la variación de la temperatura de una sustancia que no cambia de estado es proporcional a la cantidad de energía añadida o retirada de la sustancia y que la constante de proporcionalidad representa el	<p>Anticipación:</p> <p>Con ayuda de diapositivas los estudiantes recuerdan que es el calor, temperatura, como se relacionan y los tipos de</p>	<p>Cuaderno</p> <p>Borrador</p> <p>Computadora</p> <p>Proyector</p>	<p>Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación</p>

<p>temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden, que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (1.2.)</p>	<p>recíproco de la capacidad calorífica de la sustancia.</p>	<p>transferencia de calor.</p> <p>Construcción:</p> <p>Se da a conocer el concepto de calor específico, cómo influye en la transferencia de calor según el material de la sustancia y la fórmula respectiva.</p> <p>La docente resuelve ejercicios modelo en clase.</p> <p>Los estudiantes resuelven ejercicios sobre el calor específico.</p> <p>Consolidación:</p> <p>En casa los estudiantes resuelven ejercicios de calor específico planteados por la docente.</p>		<p>en cada ejercicio.</p> <p>Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.</p>
---	--	---	--	--

Clase: 3

Período: 45 min

Tema: Calor latente

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
-------------------------	------------------------------------	---------------------------	----------	------------

<p>I.CN.F.5.14.1. Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica (usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden, que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (I.2.)</p>	<p>CN.F.5.2.8. Explicar mediante la experimentación el equilibrio térmico usando los conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente, temperatura de equilibrio, en situaciones cotidianas.</p>	<p>Anticipación: Se realiza una lluvia de ideas sobre los cambios de estados que una sustancia puede presentar.</p> <p>Construcción: Con la ayuda de diapositivas la docente indica el concepto de calor latente, su fórmula y las unidades de medida.</p> <p>La docente resuelve ejercicios sobre el calor latente.</p> <p>Consolidación: En casa los estudiantes resuelven los ejercicios planteados por la docente.</p>	<p>Cuaderno Borrador Computadora Proyector</p>	<p>Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada ejercicio.</p> <p>Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.</p>
---	--	--	--	---

Clase: 4

Período: 90 min

Tema: Equilibrio térmico

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
-------------------------	------------------------------------	---------------------------	----------	------------

<p>I.CN.F.5.14.1. Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica (usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden, que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (I.2.)</p>	<p>CN.F.5.2.8. Explicar mediante la experimentación el equilibrio térmico usando los conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente, temperatura de equilibrio, en situaciones cotidianas.</p>	<p>Anticipación: Lluvia de ideas sobre el calor específico, calor latente, como identificar que cuerpo gana y pierde calor. Construcción: Con el apoyo de diapositivas la docente indica cuál es el concepto de equilibrio térmico y cómo se relaciona con el calor específico y calor latente. Se muestra la fórmula para equilibrio térmico y se resuelven problemas para demostrar a los estudiantes cuál es la forma correcta de resolver. Consolidación: En casa los estudiantes resuelven problemas de equilibrio térmico.</p>	<p>Cuaderno Borrador Computadora Proyector</p>	<p>Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada ejercicio. Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.</p>
---	--	---	---	---

Anexo 2: Planificaciones de cada clase con el método de enseñanza aprendizaje basado en fenómenos.

Clase: 1

Período: 45 min

Tema: Temperatura, calor, escala de temperatura y transferencia de calor.

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
I.CN.3.8.1. Establece diferencias entre calor y temperatura y comunica, de forma gráfica, las formas de transmisión del calor (conducción, convección y radiación), apoyándose en la ejecución de experimentos sencillos de varias sustancias y cuerpos de su entorno. (J.3., I.2., I.3.)	CN.3.3.7. Demostrar experimentalmente y diferenciar entre temperatura y calor, verificarlas por medición en varias sustancias y mediante el equilibrio térmico de los cuerpos. CN.3.3.8. Experimentar la transmisión de calor y deducir la forma en que se producen la conducción, la convección y la radiación.	Anticipación: Se presenta un pequeño y sencillo experimento a los estudiantes: hacer hervir agua en una olla. Luego se plantea las siguientes preguntas a los estudiantes y en parejas los estudiantes dan respuestas a las mismas: ¿Debido a qué, el agua empieza a hervir? ¿Cómo o con qué se puede determinar la energía calorífica del agua? ¿Qué pasa si se toca directamente con la mano la olla una vez que el agua está hirviendo?	Cuaderno Borrador Computadora Proyector Olla Agua Termómetro Hornilla Mantel Estudiantes voluntarios	Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada experimento y ejercicio de desarrollo. Evaluación de conceptos al finalizar el capítulo.

		<p>¿Qué pasa si se agarra la olla con agua hirviendo de su mango?</p> <p>¿Si acerco mi rostro a la olla hirviendo que se sentirá?</p> <p>Construcción:</p> <p>La docente recoge las respuestas de los estudiantes y con la ayuda de una presentación en CANVA, guía a los estudiantes al concepto de temperatura, calor y los tipos de transferencia de calor.</p> <p>Se presentan y analizan diferentes fenómenos relacionados al calor.</p> <p>Consolidación:</p> <p>En casa los estudiantes tienen que investigar y responder las siguientes preguntas:</p> <p>Ejemplos de aplicaciones del calor y la</p>		
--	--	---	--	--

		<p>temperatura en la vida cotidiana, con una explicación de qué es lo que sucede y cómo.</p> <p>Ejemplos en imágenes de la transferencia de calor e identificar qué tipo de transferencia de calor es y como sucede.</p> <p>Resolver ejercicios sobre conversión de unidades de la temperatura.</p>		
--	--	---	--	--

Clase: 2

Período: 90 min

Tema: Calor específico

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación

<p>I.CN.F.5.14.1.</p> <p>Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica (usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden, que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (I.2.)</p>	<p>CN.F.5.2.7. Analizar que la variación de la temperatura de una sustancia que no cambia de estado es proporcional a la cantidad de energía añadida o retirada de la sustancia y que la constante de proporcionalidad representa el recíproco de la capacidad calorífica de la sustancia.</p>	<p>Anticipación:</p> <p>Aplicando la gamificación y en grupos cooperativos de tres personas los estudiantes participan en un juego de QUIZZIZ sobre calor y temperatura para repasar lo aprendido la clase anterior.</p> <p>En los mismos grupos cooperativos se realizan pequeños experimentos:</p> <p>Se calienta agua y se coloca en tres vasos de distinto material: vidrio, cerámica y plástico, se toma la temperatura inicial del vaso antes de introducir el agua y la temperatura final del vaso después de introducir el agua caliente.</p> <p>En un vaso de vidrio con agua hirviendo, se introducen tres tipos de cucharas pequeñas: madera, metal y plástico, en</p>	<p>Cuaderno</p> <p>Borrador</p> <p>Computadora</p> <p>Proyector</p> <p>Cucharas de metal, madera y plástico.</p> <p>Vasos de vidrio, cerámica y plástico.</p> <p>Mantequilla</p> <p>Agua, hornilla.</p> <p>Termómetro.</p>	<p>Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada experimento y ejercicio de desarrollo.</p> <p>Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.</p>
--	--	---	--	---

		<p>la cola de cada cuchara se debe colocar una pequeñísima porción de mantequilla</p> <p>Luego la docente plantea las siguientes preguntas:</p> <p>¿En relación a las cucharas, en qué material tarda en caer la mantequilla?, ¿a qué se debe esto?</p> <p>¿En relación a las tazas, qué material puede transmitir de forma más rápida el calor?, ¿por qué sucede esto?</p> <p>Construcción:</p> <p>Con la ayuda de una presentación en Geneally, la docente ayuda a comprender a los estudiantes el concepto de calor específico y que cada material o sustancia cuenta con un determinado valor de calor específico distinto, por lo tanto, la transferencia de</p>		
--	--	---	--	--

		<p>calor varía según el material.</p> <p>Se presenta a los estudiantes dos fenómenos de su vida cotidiana, o analizan y responde a las siguientes preguntas:</p> <p>¿Qué olla calentará el agua de forma más rápida?</p> <p>¿Afecta la masa de la olla en el calentamiento del agua?</p> <p>La docente presenta la fórmula para resolver ejercicios que se relacionen con el calor específico, describe el concepto de cada variable que interviene en ella y sus unidades de medida.</p> <p>En grupos cooperativos de estudiantes y con la guía de la docente los estudiantes resuelven ejercicios relacionados a la</p>		
--	--	---	--	--

		<p>cotidianidad sobre el calor específico.</p> <p>Consolidación:</p> <p>En clases los estudiantes investigan y discuten ejemplos sencillos y de la vida real sobre el calor específico y cómo varias empresas usan este concepto en sus productos.</p> <p>En casa de forma individual resuelven ejercicios sobre el calor específico.</p>		
--	--	---	--	--

Clase: 3

Período: 45 min

Tema: Calor latente

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
I.CN.F.5.14.1. Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica	CN.F.5.2.8. Explicar mediante la experimentación el equilibrio térmico usando los conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente,	Anticipación: En grupos cooperativos se realiza un pequeño experimento para determinar los cambios de estado de una sustancia: se coloca un cubo de	Cuaderno Borrador Computadora	Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la

<p>(usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden, que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (I.2.)</p>	<p>temperatura de equilibrio, en situaciones cotidianas.</p>	<p>hielo sobre un plato, se toma la temperatura del hielo, luego se observa en el momento exacto en que el hielo comienza a derretirse y se vuelve a tomar la temperatura del hielo. Toda el agua que salió del cubo de hielo se coloca en una olla, se toma la temperatura del agua, luego se coloca la olla sobre una hornilla y se mide la temperatura del agua cuando inicia a hervir. se pregunta a los estudiantes:</p> <p>¿Qué sucedió con el cubo de hielo?</p> <p>¿En qué punto de temperatura el cubo de hielo inició su proceso de derretirse?</p> <p>¿Cuál es la temperatura en la que el agua comenzó a hervir?</p> <p>Construcción:</p> <p>Se realiza una puesta en común con las respuestas de los grupos, y la docente guía a los estudiantes</p>	<p>Proyector</p> <p>Cubos de hielo</p> <p>Termómetro</p> <p>Olla</p> <p>Hornilla</p>	<p>comprobación en cada experimento y ejercicio de desarrollo.</p> <p>Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.</p>
--	--	---	--	---

		<p>para entender cómo los cambios de estado de la materia influyen al momento de transferir calor (calor latente).</p> <p>Se plantea a los estudiantes tres fenómenos de la vida cotidiana; la formación de las nubes, la refrigeración y la calefacción, y se pide a los estudiantes que expliquen cómo interviene el calor latente en estos ejemplos.</p> <p>Con la ayuda de diapositivas la docente explica los tipos de calor latente que existen y que cada sustancia tiene su propio valor de calor latente dependiendo en que cambio de estado se encuentre, la fórmula y cómo aplicarla dentro de ejercicios.</p> <p>Consolidación:</p>		
--	--	---	--	--

		En parejas cooperativas los estudiantes resuelven ejercicios sobre el calor latente.		
--	--	--	--	--

Clase: 4

Período: 90 min

Tema: Equilibrio térmico

Indicador de evaluación	Destreza con criterio de desempeño	Estrategias metodológicas	Recursos	Evaluación
I.CN.F.5.14.1. Analiza la temperatura como energía cinética promedio de sus partículas y experimenta la ley cero de la termodinámica (usando conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente y temperatura de equilibrio), la transferencia de calor (por conducción, convección y radiación), el trabajo mecánico producido por la energía térmica de un sistema y las pérdidas de	CN.F.5.2.8. Explicar mediante la experimentación el equilibrio térmico usando los conceptos de calor específico, cambio de estado, calor latente, temperatura de equilibrio, en situaciones cotidianas.	Anticipación: Se plantea las siguientes situaciones/fenómenos: Cuando entramos en una habitación caliente, después de un tiempo, ya no sentimos esa diferencia de temperatura, entonces, ¿por qué sucede esto? ¿Qué sucede cuando echamos cubos de hielo en un vaso de agua caliente? En parejas los estudiantes discuten los fenómenos y dan una respuesta. Construcción: Se da a conocer las respuestas de cada grupo y con la guía de la docente se explica que los cuerpos siempre llegan a un equilibrio térmico, como el	Cuaderno Borrador Computadora Proyector	Revisión del trabajo en clase y en casa, se verifica el proceso, la explicación por parte del estudiante y la comprobación en cada experimento y ejercicio de desarrollo. Evaluación de conceptos y problemas de desarrollo al finalizar el capítulo.

<p>energía en forma de calor hacia el ambiente y disminución del orden , que tienen lugar durante los procesos de transformación de energía. (1.2.)</p>		<p>cuerpo con mayor energía calorífica cede calor al cuerpo con menor energía calorífica y como el calor específico y calor latente intervienen en el equilibrio térmico.</p> <p>La docente presenta la fórmula del equilibrio térmico y en equipos con la ayuda de algunos tips por parte de la docente los estudiantes comprenden cómo resolver ejercicios sobre el equilibrio térmico.</p> <p>Consolidación:</p> <p>En grupos cooperativos los estudiantes resuelven la hoja de trabajo planteada por la docente.</p>		
---	--	--	--	--

Anexo 3: Evaluación de ejercicios prácticos.

<u>EVALUACIÓN:</u>			
ESTUDIANTE:			
DOCENTE:	Lcda. Katherine Nugra		
AREA/ÁSIGNATURA:	Matemática/Física		
CURSO/ GRADO:	Tercero BGU	PARALELO:	
FECHA:			
Instrucciones:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lea detenidamente cada pregunta. • Analice su respuesta antes de escribirla. • Responda la evaluación con sus propios materiales. • No converse con su compañero/a de clase. • Antes de iniciar la evaluación escucha con atención las indicaciones de la docente. 			
Actividades:			Logros:
<p>1. 600 gramos de hierro se encuentran a una temperatura de 19°C. ¿Cuál será su temperatura final si se le suministran 1300 calorías?</p> <p>$c_e \text{ hierro} = 0,113 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$</p>			5
<p>2. ¿Cuánto calor se requiere para evaporar 0,50 kg de agua, que inicialmente está a 100°C?</p>			5
<p>3. Un pedazo de plomo de 250gr se calienta hasta 112°C y se sumerge en agua a 18°C, si la masa del agua es dos veces la masa de plomo. ¿Cuál es la temperatura final del agua y plomo?</p> <p>$c_e \text{ agua} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$; $c_e \text{ plomo} = 0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$</p>			5
<p>4. ¿Cuánto hielo a 0°C debe agregarse a 1kg de agua a 100°C para tener únicamente líquido a 20°C?</p>			5
TOTAL DE LOGROS:			/20
CALIFICACIÓN (sobre 10):			/10

Anexo 4: Estadístico de Shapiro-Wilk, coeficientes y niveles de significación para su contraste

El test de Shapiro-Wilk es una técnica estadística empleada para evaluar si una muestra sigue una distribución normal. En este proceso, se calcula un estadístico de prueba mediante la división del cuadrado de una combinación lineal específica de los valores ordenados de la muestra, por la estimación habitual y simétrica de la varianza. Esta relación es constante independientemente de la escala u origen de los datos, lo que lo convierte en una herramienta adecuada para evaluar la hipótesis de normalidad (Shapiro y Wilk, 1965).

En Microsoft Excel, se puede llevar a cabo este test siguiendo los siguientes pasos:

1. Organizar la muestra en una columna y ordenarla de menor a mayor.
2. Calcular el cuadrado de la diferencia entre cada valor y la media de la muestra en una segunda columna.
3. Utilizar los coeficientes a_i correspondientes al test de Shapiro-Wilk, según se muestra en una tabla al final del apéndice, en una tercera columna.
4. Repetir la muestra en una cuarta columna y ordenarla de mayor a menor.
5. Calcular la diferencia entre los valores de la cuarta columna y los de la primera en una quinta columna.
6. Sumar los valores de la segunda columna.
7. Multiplicar cada valor de la tercera columna por los correspondientes de la quinta y sumarlos.
8. Calcular el cuadrado del resultado obtenido en el paso 7 y dividirlo por el resultado del paso 6.
9. Comparar este valor con los niveles de significación establecidos en la tabla para el test de Shapiro-Wilk. Si el valor calculado es mayor que el valor crítico de la tabla, no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis de normalidad en los datos de la muestra.

Puede encontrar una guía detallada sobre cómo llevar a cabo este test en Excel en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=ADXI-nTa5CU>.

Coeficientes a_{in} para el contraste de Shapiro-Wilk

n	i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2		0.70										
3		0.70	0.00									
4		0.68	0.16									
5		0.66	0.24	0.00								
6		0.64	0.28	0.08								
7		0.62	0.30	0.14	0.00							
8		0.60	0.31	0.17	0.05							
9		0.58	0.32	0.19	0.09	0.00						
10		0.57	0.32	0.21	0.12	0.03						
11		0.56	0.33	0.22	0.14	0.06	0.00					
12		0.54	0.33	0.23	0.15	0.09	0.03					
13		0.53	0.33	0.24	0.17	0.10	0.05	0.00				
14		0.52	0.33	0.24	0.18	0.12	0.07	0.02				
15		0.51	0.33	0.24	0.18	0.13	0.08	0.04	0.00			
16		0.50	0.32	0.25	0.19	0.14	0.10	0.05	0.01			
17		0.49	0.32	0.25	0.19	0.15	0.11	0.07	0.03	0.00		
18		0.48	0.32	0.25	0.20	0.15	0.11	0.08	0.04	0.01		
19		0.48	0.32	0.25	0.20	0.16	0.12	0.09	0.06	0.03	0.00	
20		0.47	0.32	0.25	0.20	0.16	0.13	0.10	0.07	0.04	0.01	
21		0.46	0.31	0.25	0.21	0.17	0.13	0.10	0.08	0.05	0.02	0.00
22		0.45	0.31	0.25	0.21	0.17	0.14	0.11	0.08	0.06	0.03	0.01
23		0.45	0.31	0.25	0.21	0.17	0.14	0.12	0.09	0.06	0.04	0.02
24		0.44	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.03
25		0.44	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04
26		0.44	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.10	0.08	0.06	0.04
27		0.43	0.30	0.25	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05
28		0.43	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05
29		0.42	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.13	0.11	0.10	0.08	0.06
30		0.42	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06
31		0.42	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07
32		0.41	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.09	0.07
33		0.41	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
34		0.41	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08
35		0.40	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.08
36		0.40	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09
37		0.40	0.27	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09
38		0.40	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09
39		0.39	0.27	0.23	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09
40		0.39	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.09
41		0.39	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
42		0.39	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
43		0.38	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
44		0.38	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
45		0.38	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
46		0.38	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10
47		0.38	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10
48		0.37	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.10
49		0.37	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
50		0.37	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

Coefficientes a_{in} para el contraste de Shapiro-Wilk

n	i	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
24		0.01										
25		0.02	0.00									
26		0.02	0.00									
27		0.03	0.01	0.00								
28		0.04	0.02	0.00								
29		0.04	0.03	0.01	0.00							
30		0.05	0.03	0.02	0.00							
31		0.05	0.04	0.02	0.01	0.00						
32		0.06	0.04	0.03	0.02	0.00						
33		0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00					
34		0.07	0.05	0.04	0.03	0.01	0.00					
35		0.07	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00				
36		0.07	0.06	0.05	0.04	0.02	0.01	0.00				
37		0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00			
38		0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00			
39		0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00		
40		0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00		
41		0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	
42		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	
43		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00
44		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.00
45		0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
46		0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
47		0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.01
48		0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.01
49		0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
50		0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02

n	i	23	24	25
45		0.000		
46		0.00		
47		0.00	0.00	
48		0.01	0.00	
49		0.01	0.00	0.00
50		0.01	0.01	0.00

Niveles de significación para el contraste de Shapiro-Wilk

n	0.01	0.02	0.05	0.1	0.5	0.9	0.95	0.98	0.99
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959	0.998	0.999	1.000	1.000
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935	0.987	0.992	0.996	0.997
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927	0.979	0.986	0.991	0.993
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927	0.974	0.981	0.986	0.989
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928	0.972	0.979	0.985	0.988
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932	0.972	0.978	0.984	0.987
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935	0.972	0.978	0.984	0.986
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938	0.972	0.978	0.983	0.986
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940	0.973	0.979	0.984	0.986
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943	0.973	0.979	0.984	0.986

13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945	0.974	0.979	0.984	0.986
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947	0.975	0.980	0.984	0.986
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950	0.975	0.980	0.984	0.987
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952	0.976	0.981	0.985	0.987
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954	0.977	0.981	0.985	0.987
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956	0.978	0.982	0.986	0.988
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957	0.978	0.982	0.986	0.988
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959	0.979	0.983	0.986	0.988
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960	0.980	0.983	0.987	0.989
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961	0.980	0.984	0.987	0.989
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962	0.981	0.984	0.987	0.989
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963	0.981	0.984	0.987	0.989
25	0.888	0.901	0.918	0.931	0.964	0.981	0.985	0.988	0.989
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965	0.982	0.985	0.988	0.989
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965	0.982	0.985	0.988	0.990
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966	0.982	0.985	0.988	0.990
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967	0.983	0.985	0.988	0.990
31	0.902	0.914	0.929	0.940	0.967	0.983	0.986	0.988	0.990
32	0.904	0.915	0.930	0.941	0.968	0.983	0.986	0.988	0.990
33	0.906	0.917	0.931	0.942	0.968	0.983	0.986	0.989	0.990
34	0.908	0.919	0.933	0.943	0.969	0.983	0.986	0.989	0.990
35	0.910	0.920	0.934	0.944	0.969	0.984	0.986	0.989	0.990
36	0.912	0.922	0.935	0.945	0.970	0.984	0.986	0.989	0.990
37	0.914	0.924	0.936	0.946	0.970	0.984	0.987	0.989	0.990
38	0.916	0.925	0.938	0.947	0.971	0.984	0.987	0.989	0.990
39	0.917	0.927	0.939	0.948	0.971	0.984	0.987	0.989	0.991
40	0.919	0.928	0.940	0.949	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
41	0.920	0.929	0.941	0.950	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
42	0.922	0.930	0.942	0.951	0.972	0.985	0.987	0.989	0.991
43	0.923	0.932	0.943	0.951	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
44	0.924	0.933	0.944	0.952	0.973	0.985	0.987	0.990	0.991
45	0.926	0.934	0.945	0.953	0.973	0.985	0.988	0.990	0.991
46	0.927	0.935	0.945	0.953	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
47	0.928	0.936	0.946	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
48	0.929	0.937	0.947	0.954	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
49	0.929	0.937	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991
50	0.930	0.938	0.947	0.955	0.974	0.985	0.988	0.990	0.991

Anexo 5: Test de Levene

Este método estadístico se utiliza para determinar si hay igualdad de varianza entre dos muestras (si son homogéneas) o no. Se basa en calcular el valor residual absoluto de cada dato en ambas muestras y luego aplicar el test de Anova de un solo factor (Brown y Forsythe, 1974).

En Microsoft Excel, se puede llevar a cabo este test siguiendo los siguientes pasos:

1. En la primera columna, se calcula el valor absoluto de los residuos de la primera muestra completa. Esto se logra restando cada dato de la media de la muestra y tomando el valor absoluto de cada diferencia.
2. En la segunda columna, se calcula el valor absoluto de los residuos de la segunda muestra completa de manera similar al paso anterior.
3. Finalmente, se aplica el test de Anova de un factor utilizando Excel. Esto se realiza yendo a la pestaña de Datos, luego seleccionando Análisis de Datos y eligiendo Anova de un factor. Si el valor de p obtenido es mayor a 0.05, indica que las varianzas son homogéneas. En caso contrario, no hay igualdad entre ellas.

Para una guía detallada sobre cómo realizar este test en Excel, puede consultar el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=Qozr-OjJoss>.

Anexo 6: Estadístico t-test

Esta herramienta estadística es ampliamente utilizada para tomar decisiones sobre la aceptación o rechazo de una hipótesis. En resumen, si el valor de p obtenido es menor o igual a un nivel de significancia dado, típicamente 0.05, entonces no hay suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula. Esto sugiere que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos comparados, lo que lleva a la aceptación de la hipótesis de investigación. Por el contrario, si el valor de p es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula, indicando que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos. Es importante destacar que el t-test se aplica únicamente a datos que siguen una distribución normal.

En Excel, este test se puede realizar utilizando la opción de Análisis de Datos, que ofrece dos tipos de pruebas t: una para grupos con igualdad de varianza y otra para grupos con desigualdad de varianza.

Alternativamente, se puede seguir un proceso paso a paso para aplicar este estadístico, el cual se detalla en el siguiente enlace:
<https://www.youtube.com/watch?v=e8WZbDReQm8>.

Anexo 7: Estadístico de U de Mann-Whitney

Esta herramienta estadística también se utiliza para evaluar la validez de una prueba de hipótesis cuando los datos no siguen una distribución normal. En este caso, si el valor de p obtenido es menor o igual a un nivel de significancia dado, típicamente 0.05, no se dispone de suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que existe una diferencia significativa entre las medias de los grupos comparados, lo que conlleva a la aceptación de la hipótesis de investigación. Sin embargo, si el valor de p es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula, lo que sugiere que no hay diferencia estadística entre las medias de los grupos.

Se proporciona un proceso detallado para aplicar este análisis estadístico en Excel en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=LHTxn5Dcl8o>